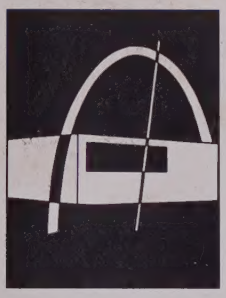
PHILIPS

896 ATS TEST



Digital multimeter

PM2522

9447 025 22..1

9499 470 13202 761111/04/..

PHILIPS

PHILIPS

Instruction manual

Digital multimeter PM2522

9447 025 22..1

PHILIPS

9499 470 13202 761111/04/..

CONTENTS

GENERAL / ALLGEMEINES / GENERALITES

I. INTRODUCTION 5
EINLEITUNG 19
INTRODUCTION 33

II. TECHNICAL DATA 5
TECHNISCHE DATEN 19
CARACTERISTIQUES TECHNIQUES 33

III. ACCESSORIES 9
ZUBEHÖR 23
ACCESSOIRES 37

IV. PRINCIPLE OF OPERATION 11
WIRKUNGSWEISE 25
PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT 39

DIRECTIONS FOR USE / GABRAUCHSANWEISUNG / MODE D' EMPLOI

V. INSTALLATION 14
INSTALLATION 28
MISE EN PLACE

VI. OPERATION 16
BEDIENUNG 30
MISE EN OEUVRE 50

SERVICE DATA

VII. CIRCUIT DESCRIPTION 55

VIII. ACCESS 64

IX. CHECKING AND ADJUSTING 66

X. MAINTENANCE AND SERVICING 71

XI. LIST OF PARTS 72

IMPORTANT

In correspondence concerning this instrument please quote the type number and the serial number as given on the type plate at the rear of the instrument.

© N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN - EINDHOVEN - THE NETHERLANDS - 1976.
PRINTED IN THE NETHERLANDS

List of figures

1. UHF probe PM 9210 40
   UHF Messkopf PM 9210 40
   Sonde UHF PM 9210 40

2. UHF-T-connector PM 9212 40
   UHF-T-Stück PM 9212 40
   Té connecteur UHF PM 9212 40

3. Current transformer PM 9245 40
   Stromwandler PM 9245 40
   Transformateur de courant PM 9245 40

4. EHT probe PM 9246 40
   Hochspannungs-Messkopf PM 9246 40
   Sonde THT PM 9246 40

5. Shunt PM 9244 40
   Shunt PM 9244 40
   Shunt PM 9244 40

6. Measuring clip PM 9261 40
   Messclip PM 9261 40
   Dispositif de connexion PM 9261 40

7. Basic circuit of the ADC 44
   Prinzipschaltbild des Analog-Digital-Umsetzers 44
   Circuit de base du convertisseur analogique-numérique 44

8. Block diagram 44
   Blockschaltbild 44
   Schéma fonctionnel 44

9. Adaption of the mains transformer and fuse 48
   Anpassung Netztransformateur und Sicherung 48
   Adaption du transformateur secteur et fusible 48

10. Fuses 48
    Sicherungen 48
    Fusibles 48

11. Front view and rear view 52
    Vorderansicht und rückansicht 52
    Vue de l'avant et vue del'arriere 52

12. Principle of resistance measuring 57

13. 1x/10x amplifier 57

14. AC/DC converter 59

15. $+V_{REF}$ and $-V_{REF}$ 59

16. Analog to digital converter 59
17. Clock oscillator 61
18. Anode switches 61
19. Overrange detector 61
20. Circuit diagram supply section 63
21. Rear view 65
22. Removing and refitting top cover 65
23. Adjusting and calibration 68
24. Front view 74
25. Rear view 74
26. Top view without cover 74
27. Printed wiring board U1 + U3 80
28. Circuit diagram 83

I. Introduction GENERAL

The digital multimeter PM 2522 is an accurate $3\frac{1}{2}$ digit instrument with a maximum display of 1999.
In order to obtain a clear and proper reading the instrument is provided with seven segment LED's.
Range- and function switching is effected manually by means of push-buttons.

The instrument can be used for the following measurements:

- DC voltages of 100 µV to 1000 V
- AC voltages of 100 µV to 500 V_{rms}
- DC currents of 100 nA to 2 A
- AC currents of 100 nA to 2 A_{rms}
- Resistances of 100 mΩ to 20 MΩ

Protection of all measurement functions is provided up to at least 250 V.
The polarity of DC voltages and DC currents is indicated automatically.
The decimal point is set automatically by switching the ranges.
Display hold is possible by means of push-button "Hold".
In view of the ranges and functions, accuracy and construction, the instrument is an ideal general-purpose multimeter for production lines or laboratories, for servicing as well as for education.

II. Technical data

Properties expressed in numerical values with tolerances stated are guaranteed by the factory
Numerical values without tolerances serve only for information and represent the properties of an average instrument.

II-1. ELECTRICAL DATA

II-1.1. Direct voltage measurement

Range - 100 µV up to 1000 V divided in 5 ranges.

Ranges:	
	200 mV
	2 V
	20 V
	200 V
	1000 V

Resolution - 100 µV

Input resistance - 10 MΩ in all ranges

Input capacity - 100 pF

Accuracy - ± 0.1% of reading; ± 0.1% of range in the ranges 0.2; 2; 20; 200 V.
± 0.2% of reading; ± 4 digits in the 1000 V range.

Temperature coefficient - ± 1 digit / 3°C

Maximum permissible voltage - 1000 V

II-1.2. Alternating voltage measurement

Range - 100 µV up to 600 V_{rms} divided in 5 ranges.
Ranges: 200 mV_{rms}
2 V_{rms}
20 V_{rms}
200 V_{rms}
600 V_{rms}

Resolution - 100 μV_{rms}

Input impedance - 10 MΩ // 60 pF in all ranges

Accuracy

Range	Frequency	Operating Error
0.2; 2; 20 and 200 V_{rms}	100 Hz up to 10 kHz	± 0.3% of reading; ± 0.3% of range
0.2; 2; 20 and 200 V_{rms}	30 Hz up to 100 Hz and 10 kHz up to 30 kHz	± 0.5% of reading; ± 0.5% of range
600 V_{rms}	30 Hz up to 100 Hz	± 0.5% of reading; ± 10 digits

Temperature coefficient - ± 1 digit / 3°C

Maximum permissible voltage - 600 V_{rms} (50 Hz)

II-1.3. Direct current measurement

Range - 200 nA up to 2 A divided in 5 ranges.
Ranges: 200 µA
2 mA
20 mA
200 mA
2 A

Resolution - 100 nA

Voltage drop - < 250 mV at the 0.2; 2; 20; 200 mA range
< 600 mV at the 2 A range

Accuracy - ± 0.25% of reading; ± 0.25% of range

Temperature coefficient - ± 1 digit / 3°C

Maximum permissible current - 2 A

II-1.4. Alternating current measurement

Range	- 200 nA up to 2 A_{rms} divided in 5 ranges. Ranges: 200 μA_{rms} 2 mA_{rms} 20 mA_{rms} 200 mA_{rms} 2 A_{rms}
Resolution	- 100 nA
Voltage drop	- < 250 mV at the 0.2; 2; 20; 200 mA_{rms} range < 600 mV at the 2 A_{rms} range
Accuracy	- 0.25% of reading ; 0.25% of range
Frequency	- 30 Hz up to 1 kHz
Temperature coefficient	- $\pm$ 1 digit / 3°C
Maximum permissible current	- 2 A_{rms}

II-1.5. Resistance measurement

Range	- 0.1 Ω up to 20 MΩ divided in 6 ranges. Ranges: 200 Ω 2 kΩ 20 kΩ 200 kΩ 2 MΩ 20 MΩ
Maximum resolution	- 0.1 Ω
Measuring current	- 1 mA in the 0.2 and 2 kΩ range 10 µA in the 20 and 200 kΩ range 100 nA in the 2 and 20 MΩ range
Maximum voltage with not connected terminals	- 12 V
Accuracy	- $\pm$ 0.3% of reading; $\pm$ 0.2% of range
Temperature coefficient	- ± 2 digits /3 °C in the 20 MΩ range ± 1 digit /3 °C in the other ranges
Maximum resistance	- 20 MΩ
Semi-conductors	- can be measured in forward direction in the 20 kΩ range, in reverse direction in the higher ranges.

II-2. GENERAL DATA

Conversion system	- Delta pulse modulation system
Maximum	- 1999
Number of digits	- $3\frac{1}{2}$
Display control	- Serial, scan frequency 512 Hz
Representation of result and polarity	- seven segment "LED's"
Range selection	- Manual by means of pushbuttons
Function selection	- Manual by means of pushbuttons
Overflow indication	- The indicator LED of the hundreds shows 0, the others are blanked.
Decimal point	- Set automatically by range selector
Measuring input	- Floating
Series mode rejection	- 60 dB
Common mode rejection	- 100 dB
Maximum common mode signal	- 500 Vd.c. ; 350 Va.c. ; 50 Hz
Capacity between common and ground	- 1.8 nF
Ambient temperature	- 0 up to 45°C
Zero point drift	- $\pm$ 1 digit / 4°C

Maximum input voltages

- Range	Value
Vd.c.	1000 Vd.c. 600 Va.c. (50 Hz)
Va.c.	500 Vd.c. 600 Va.c. (50 Hz)
Current range	$\leq$ 250 Vd.c. or a.c.
Resistance ranges	$\leq$ 250 Vd.c. or a.c. In the ranges .2 and 2 kΩ a fuse will blow if the input voltage is $\geq$ 30 Vd.c. or a.c.

Mains voltage	- 110 or 220 V +10 ; -15% (Adaptable by means of internal jumpers)
Battery supply	- PM 9216 : operation time approx. 8 hours; recharge time approx. 15 hours
Power consumption	- 12 VA
Dimensions	- height $\pm$ 95 mm; width $\pm$ 235 mm; depth $\pm$ 280 mm
Weight	- $\pm$ 2.0 kg

III. Accessories

III-1. SUPPLIED AS PART OF THE EQUIPMENT

Set of measuring leads with test pins PM 9260
3-pole mains cable
Manual

III-2. OPTIONALLY AVAILABLE

EHT probe PM 9246 (Fig. 4, page 40)

The HT probe PM 9246 is suitable for measuring direct voltages up to 30 kV.
The PM 9246 may be used for measuring instruments with an input impedance of 100 MΩ, 10 MΩ or 1.2 MΩ (selectable).

TECHNICAL DATA

Maximum voltage	30 kV
Attenuation	1000 x
Input impedance	600 MΩ ± 5%
Accuracy	± 3% for instruments input impedance of 10 MΩ and 1000 MΩ ± 5% for instruments input impedance of 1.2 MΩ

Note:
Pay attention to safe earth connections.

HF probe PM 9210 (Fig. 1, page 40) Accessory set for HF probe type PM 9212

	PM 9210	PM 9210 + PM 9212
Frequency range	100 kHz ... 1 GHz	100 kHz ... 1 GHz
Straight line within 5%	100 kHz ... 6 MHz	100 kHz ... 6 MHz
Maximum deviation	3 dB	3,5 dB
Voltage ranges	150 mV ... 15 V	15 V ... 200 V
Max. voltage a.c.	30 V	200 V
Max. voltage d.c.	200 V	500 V
Input capacitance	2 pF	2 pF
T-piece	optional	
Frequency range		100 kHz ... 1.2 GHz
Impedance		50 Ω
Standing wave ratio		1.25 at 700 MHz; With 1.15 at 1 GHz

Probe type PM 9210 in combination with the probe accessories (adjustable earthing pin and Dage adaptor) is suitable for measurements up to a frequency of 100 MHz.

For measurements beyond this frequency it is advisible to use the 50 Ω T-piece and the 50 Ω terminating resistance which are parts of the PM 9212 probe accessories set (Fig. 2, page 40).

Current transformer PM 9245 (Fig. 3, page 40)

With this transformer it is possible to measure alternating currents over 10 A up to 100 A.

Transfer factor	1000 x (100 A = 100 mA)
Transfer error	± 3%
Frequency range	45 Hz ... 1 kHz
Secundary voltage loss	< 200 mV
Max. voltage with resprct to earth	400 V a.c.
Max. air-gap	0.05 mm

Before measuring connect the current transformer to the instrument.
Prevent polution of the core-parts.

Shunt PM 9244 (Fig. 5, page 40)

With this shunt it is possible to measure d.c. and a.c. (max. 1 kHz) currents up to 31.6 A.

Current range	10 A and 31.6 A
Output voltage	100 mV and 31.6 mV
Accuracy	100 mV : ± 1% 31.6 mV : ± 2%
Dissipation	max. 3.16 W
Dimensions	Height : 55 mm Width : 140 mm Depth : 65 mm

Battery supply unit PM 9216

This battery supply unit may be attached to the rear of the instrument in order to provide battery operation. The batteries are charged by current obtained from the power supply circuits of the instrument.

Characteristics:

Nominal voltage	5 V
Capacity	3.5 Ah
Maximum charge current	350 mA
Maximum trickle charge current	35 mA
Operation time provided by one charge in conjunction with the PM 2522	8 h (approx.)
Recharge time	15 h

IV. Principle of operation

IV-1. INPUT CIRCUIT (Fig. 8, page 44)

The purpose of the input circuit is to supply a direct voltage of 2 V to the ADC input, at end of range values.

The analog sections translate all input signals viz. d.c. and a.c. voltages, d.c. and a.c. currents and resistances to this signal of 2 V.
For the d.c. and a.c. voltages the same divider is used.

The attenuated signal is supplied to an 1 x or 10 x amplifier with an output of 2 V d.c. or 2 $V_{r.m.s.}$.
In the case of a.c. measurements the output signal of the amplifier is supplied to an AC/DC converter, which is switched off for d.c. measurements.

Currents supplied to input A are converted into voltages by shunts.

These voltages are also supplied to the 1 x or 10 x amplifier and then supplied to the ADC directly or via the AC/DC converter for a.c. currents.
For resistance measurements, a constant current passes through the unknown resistance.

The following currents are used in the different ranges:

Ranges	Current	Measuring voltage (at end of range)
200 Ω	1 mA	200 mV
2 kΩ	1 mA	2 V
20 kΩ	10 µA	200 mV
200 kΩ	10 µA	2 V
2 MΩ	100 nA	200 mV
20 MΩ	100 nA	2 V

The measuring voltage across the unknown resistance is supplied to the ADC via the 1 x or 10 x amplifier.

IV-2. DIGITAL SECTION

The analog to digital converter of PM 2522 is based on the principle of delta-pulse modulation. This integrating system ensures good linearity and series mode rejection.
Furthermore the circuit contains a minimum of critical elements, as the accuracy of the reference voltage is only important for the accuracy of the ADC.

The basic circuit of the ADC is shown in Fig. 7, page 44. It operates as follows:

The input voltage V_x is compared with voltage V_c by means of a comparator.

The output of the comparator controls switch S via flip-flop in such a way that the positive reference voltage ($+V_{REF}$) is connected to R1 if $V_c < V_x$ or the negative reference ($-V_{REF}$) if $V_c > V_x$.

Suppose V_x is positive with respect to V_c and switch S to $+V_{REF}$.
This results in charging the capacitor so that V_c increases until it becomes larger than V_x.
At the first clock pulse after V_c has become larger than V_x, flip-flop FF is set; switch S is set to position $-V_{REF}$. Capacitor C1 will be discharged until V_c becomes smaller than V_x.
Then switch S is set again to the starting position (S to $+V_{REF}$) at the next clock pulse.

Due to this compensation method the average value of V_c will be equal to V_x. If V_x has a a constant value (d.c. level) the average charge of capacitor C1 must be also constant. This means, that the charge supplied (Q_c) is equal to the charge drained off (Q_d) when integrating over a longer period (measuring time t_m).

Charge supplied: $$Q_c = \frac{+V_{REF} - V_c}{R} \cdot t_c$$

Charge drained: $$Q_d = V_x = \frac{t_c - t_d}{t_c + t_d} \cdot V_{REF} \quad \text{or} \quad V_x = \left(\frac{t_c}{t_c + t_d} - \frac{t_d}{t_c + t_d} \right) V_{REF}.$$

in which t_c = sum of the charging times, t_d = sum of the draining times during time t_m ($+V_{REF}$ and $-V_{REF}$ have the same absolute value).

By counting the number of clock pulses during the charging time (t_c) and subtracting the clock pulses during the draining time (t_d) this results in a number of clock pulses which corresponds to the input voltage.

Assume: N = total number of clock pulses during t_m

T = period time of clock pulse

then t_m = measuring time = $NT = t_c + t_d$

If during t_c, n clock pulses are used, then during t_d N-n pulses are used, so that V_x becomes $$V_x = \frac{nT - (NT - nT)}{NT} V_{REF} = \frac{2n - N}{N} V_{REF}.$$

If $2n - N = n'$ = the number of pulses to be counted, then: $$n' = V_x \frac{N}{V_{REF}}$$

N is a fixed number of pulses determined by a timer and amounts to 2046. When using a reference voltage of 2.046 V the formula becomes

$$n' = 1000\, V_x \quad (V_x \text{ in volts})$$

(In PM 2522 capacitor C1 is connected between the inputs of the comparator to obtain a better series mode rejection).

The counting of pulses is realised in an up-down counter which is included in a MOS integrated circuit. This circuit contains also:

- an input flip-flop (FF, described before)
- two analog switches (S) to switch the positive and negative reference voltage
- a polarity detector
- a timer to control the measuring time
- a pulse output circuit which controls the 4-decade counter.

The latter circuit counts the pulses supplied by the ADC.

The number of counted pulses will be transferred to a memory, after which the counter will be reset to zero by a reset pulse from the ADC.
A new measuring cycle can start now.
A multiplexer connects alternately each decade of the memory to the decoder-driver, simultaneously a pulse arises to drive the anode switch of the corresponding seven segment indicator "LED".
Via the decoder-driver the decoded number will be transferred to one of the 4-seven segment indicator "LED's", the cathodes of which are switched in parallel.
Only that indicator, the anode switch of which is closed, will light up.
As the switching speed is 512 times per second, it seems that all indicators light at the same time.

V. Installation

DIRECTIONS FOR USE

V-1. EARTHING

The instrument must be connected to a wall socket with rim earthing via the 3-pole mains cable supplied on delivery.
The housing of the instrument is then earthed via the above-mentioned cable.
If the instrument cannot be earthed via the mains cable, a separate earthing cable should be connected to the earthing socket (13) at the front of the instrument (see Fig. 11, page 52).
Pay attention to the local safety directions.

V-2. MAINS SUPPLY

The instrument is set to 220 V in the factory.
By connecting the transformer windings as shown in Fig. 9 , page 48, the instrument can be used at the following voltages.

a. 220 V + 10% ; -15% fuse 100 mA slow blow
b. 110 V + 10% ; -15% fuse 200 mA slow blow

V-2.1. Battery supply

The optional accessory PM 9216 is recommended for battery supply, as it becomes an integral part of the instrument.

V-3. CONTROLS AND CONNECTORS

Front panel (Fig. 11, page 52)

Item	Description	Application
SK 101	POWER	Switches on the instrument
SK 102	V⎓; V∿; mA⎓; mA∿; kΩ; 20 MΩ	Switches on the required measuring function
SK 201	HOLD; 0.2; 2; 20; 200; 2000	Display hold; Range selector of all functions except 20 MΩ range
BU1	V/Ω	Combined Hi-input of voltage and resistance measurements
BU2	A	Hi-input terminal of current measurements
BU3	0	Lo-input terminal
BU4	⊥	Earthing terminal
R1	"0"	Zero adjust

V-3.1. Rear panel (Fig. 11, page 52)

Item	Description	Application
BU104		Battery supply
BU5		Mains supply

VI. Operation

VI-1. SWITCHING - ON

The instrument can be operated from a 110 or 220 Va.c. source or from a d.c. power source.

VI-1.1. A.C. power source

- Connect the instrument to the mains
- Set the POWER switch to ON (Fig. 11, page 52)
- The display LED's then light.

VI-1.2. D.c. power source

With the optional accessory PM 9216 it is possible to use the instrument at places where no mains supply is available.
In case the battery supply unit is connected to the instrument, which on its turn is connected to the mains, the charging circuit of the batteries is switched on.
Therefore, the multimeter must only be connected to the mains, when the battery pack contains rechargable batteries.

VI-2. ELECTRICAL ZERO-SETTING

- Short-circuit terminals "⊥", "0" and "VΩ"
- Depress pushbutton V⎓ (Fig. 11, page 52)
- Depress pushbutton 0.2 (Fig. 11, page 52)
- Adjust the reading to .0000 V by means of potentiometer "0" on the front panel of the instrument (Fig. 11, page 52).

Note: Before electrical zero-setting, a warming-up time of 30 min. is required.

VI-3. MEASURING

General notes:
- For non-floating measurements connect terminals "0" and "⊥" by means of an accessory lead.
- The capacitance between "0" and "⊥" is about 1.8 nF.
- Maximal permissible voltage between "0" and "⊥" is 500 Vd.c. or 350 Va.c. (50 Hz)

VI-3.1. Direct voltage measurements

- Depress pushbutton V⎓
- Select the correct measuring range
- Connect the test voltage to terminals "0" and "VΩ"

Notes: - The polarity indicator indicates the polarity at terminal "VΩ" with respect to terminal "0".
- Maximum permissible voltage between terminals "VΩ" and "0" is 1000 Vd.c. or 600 Va.c. (50 Hz).

VI-3.2. EHT voltages up to 30 kV with probe PM 9246

- Depress pushbutton V⎓
- Connect the probe to terminals "0" and "VΩ" (terminals "0" and "⊥" should be interconnected)
- Connect the earthing clip of the probe to a proper earth
- Select the 10 MΩ range on the probe
- With the range selector the following ranges are possible.

Range selector to position	HT range
2 V	2 kV max.
20 V	20 kV max.
200 V	30 kV max. (see note)

Notes: - Maximum permissible d.c. voltage 30 kV (range end is 200 kV)
- The position of the decimal point should be observed.

VI-3.3. Alternating voltage measurements

- Depress pushbutton V∼
- Select the correct measuring range
- Connect the test voltage to terminals "0" and "VΩ".

Note: - Maximum permissible voltage between terminals "VΩ" and "0" is 500 Vd.c. or 600 Va.c. (50 Hz)

VI-3.4. UHF voltages with probe type PM 9210 and T connector type PM 9212

- Depress pushbutton V∼
- Connect the probe to terminals "0" and "VΩ" with the earthing pin to "0" (terminals "0" and ⊥ should be interconnected).

Notes: - The maximum permissible voltage on the probe (with attenuator) is 200 Vrms superimposed on 500 V d.c.
- The correction factor on the calibration curve of the probe should be taken into acount.

VI-3.5. Direct current measurements

- Depress pushbutton mA ⎓
- Select the correct measuring range
- Connect the current source to be measured to terminals "0" and "A".

Notes: - The polarity indicator indicates the polarity at terminals "A" with respect to terminal "0"
- Maximum permissible current between terminals "0" and "A" is 2 A.

VI-3.6. DC and AC (max. 1 kHz) currents up to 31.6 A with DC shunt PM 9244

- Select measuring mode V⎓ or V~
- Connect the output sockets + and - of shunt PM 9244 to terminals "VΩ" and "0"
- Set the range selector to position 200 mV
- Connect the current cource to terminals - and 10 A or 31.6 A depending on the current to be measured.
- By means of switch SK1 (Fig. 5) the output voltage of shunt PM 9244 can be switched-over from 100 mV to 31.6 mV.

VI-3.7. Alternating current measurements

- Depress pushbutton mA ~
- Select the correct measuring range
- Connect the current source to be measured to terminals "0" and "A".

Note: - Maximum permissible current between terminals "0" and "A" is 2 A.

VI-3.8. AC currents up to 100 A with current transformer PM 9245

- Select measuring mode AC
- Connect the terminals of transformer PM 9245 to terminals "0" and "1"
- Set the range selector to position 200 mA
- Pass the current-carrying conductor through the opening of the transformer
- Maximum permissible alternating current 100 A
- Frequency range 45 Hz - 1 kHz.

VI-3.9. Resistance measurements

- Depress pushbutton kΩ or 20 MΩ
- Connect the unknown resistor to terminals "0" and "VΩ"
- Select the correct measuring range

Notes: - The measuring current is:
1 mA for the 200 Ω and 2 kΩ ranges
10 µA for the 20 kΩ and 200 kΩ ranges
100 nA for the 2 MΩ and 20 MΩ ranges

- Semi-conductors can be measured in forward direction in the 2 kΩ range. The display shows the diode voltage in forward direction of 1 mA. Terminal "VΩ" is positive with respect to terminal "0".

I. Einleitung ALLGEMEINES

Das digitale Vielfachmessgerät PM 2522 ist ein genaues $3\frac{1}{2}$ stelliges Gerät mit einer maximalen Anzeige von 1999.
Um deutliche und genaue Ablesung zu gewährleisten ist das Gerät 7-Segment lichtemittierenden Dioden (LED's) ausgestattet.
Bereichs- und Funktionsschaltung wird mit der Hand mit Hilfe von Drucktasten ausgeführt.

Das Gerät eignet sich für folgende Messungen:

- Gleichspannungen von 100 µV bis 1000 V
- Wechselspannungen von 100 µV bis 500 V_{eff}
- Gleichströme von 100 nA bis 2 A
- Wechselströme von 100 nA bis 2 A_{eff}
- Widerstände von 100 mΩ bis 20 MΩ

Alle Messfunktionen sind bis mindestens 250 V gesichert.
Die Polaritätsanzeige von Gleichspannungen und Gleichströmen erfolgt automatisch.
Durch Umschaltung der Bereiche wird der Dezimalpunkt automatisch gesetzt.
Festhalten der Darstellung wird von Drucktaste "HOLD" ermöglicht.
Auf Grund der Bereiche und Funktionen, der Genauigkeit und der Konstruktion ist das Gerät ein ideales Allzweck - Vielfachmessgerät geeignet zur Anwendung in Fertigung und Labor, wie auch beim Kundendienst und im Unterricht.

II. Technische daten

Eigenschaften ausgedrückt in Zahlwerten mit Angaben der Toleranzen werden von uns garantiert. Zahlwerte ohne Toleranzangabe beziehen sich auf ein Durchschnittgerät und dienen nur zur Information.

II-1. ELEKTRISCHE DATEN

II-1.1. Gleichspannungsmessungen

Messbereich

- 100 µV bis 1000 V unterteilt in 5 Bereiche.

Bereiche: 200 mV
2 V
20 V
200 V
1000 V

Auflösung - 100 µV

Eingangswiderstand - 10 MΩ in allen Bereichen

Eingangskapazität - 100 pF

Fehlergrenze - ± 0.1% der Ablesung; ± 0.1% eines Bereichs in den Bereichen 0.2; 2; 20; 200 V.
± 0.2% der Ablesung; ± 4 Ziffern eines Bereichs im 1000 V Bereich.

Temperaturkoeffizient - ± 1 Ziffer / 3°C

Maximal zulässige Spannung - 1000 V

II-1.2. Wechselspannungsmessungen

Messbereich - 100 µV bis 600 V_{eff} unterteilt in 5 Bereiche.
Bereiche: 200 mV_{eff}
2 V_{eff}
20 V_{eff}
200 V_{eff}
600 V_{eff}

Auflösung - 100 μV_{eff}

Eingangsimpedanz - 10 MΩ // 60 pF in allen Bereichen

Fehlergrenze

Bereich	Frequenz	Messfehler
0.2; 2; 20 und 200 V_{eff}	100 Hz bis 10 kHz	± 0.3% der Ablesung ± 0.3% des Bereichs
0.2; 2; 20 und 200 V_{eff}	30 Hz bis 100 Hz und 10 kHz bis 30 kHz	± 0.5% der Ablesung ± 0.5% des Bereichs
600 V_{eff}	30 Hz bis 100 Hz	± 0.5% de Ablesung ± 10 Ziffern

Temperaturkoeffizient - ± 1 Ziffer / 3°C

Maximal zulässige Spannung - 600 V_{eff} (50 Hz)

II-1.3. Gleichstrommessungen

Messbereich - 200 nA bis 2 A unterteilt in 5 Bereiche.
Bereiche: 200 µA
2 mA
20 mA
200 mA
2 A

Auflösung - 100 nA

Spannungsabfall - < 250 mV im 0.2; 2; 20; 200 mA Bereich
< 600 mV im 2 A Bereich

Fehlergrenze - ± 0.25% der Ablesung; ± 0.25% des Bereichs

Temperaturkoeffezient - ± 1 Ziffer / 3°C

Maximal zulässiger Strom - 2 A

II-1.4. Wechselstrommessungen

Messbereich	- 200 nA bis 2 A_{eff} unterteilt in 5 Bereiche. Bereiche: 200 μA_{eff} 2 mA_{eff} 20 mA_{eff} 200 mA_{eff} 2 A_{eff}
Auflösung	- 100 nA
Spannungsabfall	- < 250 mV im 0.2; 2; 20; 200 mA_{eff} Bereich < 600 mV im 2 A_{eff} Bereich
Fehlergrenze	- 0.25% der Aflesung; 0.25% des Bereichs
Frequenz	- 30 Hz bis 1 kHz
Temperaturkoeffizient	- $\pm$ 1 Ziffer / 3°C
Maximal zulässiger Strom	- 2 A_{eff}

II-1.5. Widerstandsmessungen

Messbereich	- 0.1 Ω bis 20 MΩ unterteilt in 6 Bereiche. Bereiche: 200 Ω 2 kΩ 20 kΩ 200 kΩ 2 MΩ 20 MΩ
Maximale Auflösung	- 0.1 Ω
Mess-Strom	- 1 mA im 0.2 und 2 kΩ Bereich 10 µA im 20 und 200 kΩ Bereich 100 nA im 2 und 20 MΩ Bereich
Maximale Spannung mit nicht angeschlossenen Buchsen	- 12 V
Fehlergrenze	- $\pm$ 0.3% der Ablesung; $\pm$ 0.2% des Bereichs
Temperaturkoeffizient	- + 2 Ziffern /3 °C im 20 MΩ Bereich $\mp$ 1 Ziffer /3 °C in allen anderen Bereichen
Maximaler Widerstand	- 20 MΩ
Halbleiter	- sind in der Flussrichtung im 20 kΩ Bereich messbar, in der Sperr-Richtung in den höheren Bereichen.

II-2. ALLGEMEINE DATEN

Umsetzsystem	- Deltaimpulsmodulationssystem
Maximale Anzeige	- 1999
Anzahl Dekaden	- $3\frac{1}{2}$
Anzeigeregelung	- serienmässig, Abtastfrequenz 512 Hz
Darstellung von Ergebnis und Polarität	- 7-Segment lichtemittierende Dioden (LED's)
Bereichswahl	- Mit Hand, mittels Drucktasten
Funktionswahl	- Mit Hand, mitterls Drucktasten
Überlaufanzeige	- Die Hunderterstelle zeigt 0 an, die anderen Ziffer sind gelöscht.
Dezimalpunkt	- Automatisch vom Bereichswähler gesetzt.
Messeingang	- Erdfrei
Gegentaktunterdrückung	- 60 dB
Gleichtaktunterdrückung	- 100 dB
Maximales Gleichtaktsignal	- 500 V Gleichspannung; 350 V Wechselspannung; 50 Hz
Kapazität zwischen Anschluss und Erde	- 1.8 nF
Umgebungstemperatur	- 0 bis 45°C
Nullpunktsfehler	- $\pm$ 1 Ziffer / 4°C

Maximale Eingangsspannungen

- Bereiche	Wert
Gleichspannung	1000 V Gleichspannung 600 V Wechselspannung (50 Hz)
Wechselspannung	500 V Gleichspannung 600 V Wechselspannung (50 Hz)
Strombereich	$\leq$ 250 V Gleich-oder Wechselspannung
Widerstandsbereiche	$\leq$ 250 V Gleich-oder Wechselspannung Wenn in den Bereichen .2 und 2 kΩ die Eingangsspannung $\geq$ 30 V Gleich- oder Wechselspannung ist, dann brennt eine Sicherung durch.

Netzspannung	- 110 oder 220 V + 10; -15% (mit Hilfe interner Verbindungen anzupassen)
Batterie Speisseinheit	- PM 9216 : Betriebszeit etwa 8 Stunden Aufladezeit etwa 15 Stunden
Stromverbrauch	- 12 VA
Abmessungen	- Höhe $\pm$ 95 mm Breite $\pm$ 235 mm Tiefe $\pm$ 280 mm
Gewicht	- $\pm$ 2.0 kg

III. Zubehör

III-1. MITGELIEFERTES ZUBEHÖRS

Satz Messkabel mit Prüfenspitzen PM 9260
3-polige Netzkabel
Anleitung

III-2. WAHLZUBEHÖR

Hochspannungs-Messkopf PM 9246 (Abb. 4, Seite 40)

Mit dem hochspannungs Messkopf PM 9246 können Gleichspannungen bis 30 kV gemessen werden. De PM 9246 kann benutzt werden für Messinstrumenten mit einen Eingangsimpedanz von 100 MΩ, 10 MΩ und 1.2 MΩ (umschaltbar).

TECHNISCHE DATEN

Zulässige Spannung	30 kV
Abschwächung	1000 x
Eingangsimpedanz	600 MΩ ± 5%
Fehlergrenze	± 3% für Messinstrumenten mit Eingangsimpedanz von 100 MΩ und 10 MΩ ± 5% für Messinstrumenten mit Eingangsimpedanz von 1.2 MΩ

Achtung:
Für eine gute Erdverbindung muss gesorgt werden.

HF-Messkopf PM 9210 Zubehörsatz für HF-Messkopf PM 9212 (Abb. 1 und 2, Seite 40)

	PM 9210	PM 9210 + PM 9212
Frequenzbereich	100 kHz ... 1 GHz	100 kHz ... 1 GHz
Kennliniengerade innerhalb 5%	100 kHz ... 6 MHz	100 kHz ... 6 MHz
Maximale Abweichung	3 dB	3,5 dB
Spannungsbereichen	150 mV ... 15 V	15 V ... 200 V
Maximale Eingangswechselspannung	30 V	200 V
Maximale Eingangsgleichspannung	200 V	500 V
Eingangskapaxität	2 pF	2 pF
T-Stück	Wahlzubehör	
Frequenzbereich		100 kHz ... 1,2 GHz
Impedanz		50 Ω
Stehwellenverhältnis		1,25 bei 700 MHz; Mit 1,15 bei 1 GHz

Zusammen mit dem Messkopf-Zubehör (einstellbarer Erdungsstift und Dage Adaptor) können mit dem Messkopf PM 9210 Spannungen mit Frequenzen bis 100 MHz gemessen werden. Für höhere Frequenzen wird die Verwendung des 50-Ω-T-Stücks und des 50-Ω-Abschlusswiderstandes empfohlen, die zu dem Messkopf Zubehörsatz PM 9212 gehören (Abb. 2, Seite 40).

Stromwandler PM 9245 (Abb. 3, Seite 40)

Mit diesem Transformator lassen sich Wechselströme von 10 A bis 100 A messen.

Ubertragungsfaktor	1000 x (100 A = 100 mA)
Ubertragungsfehler	± 3%
Frequenzbereich	45 Hz ... 1 kHz
Sekundärspannungsfall	< 200 mV
Maximale Spannung gegen Erde	400 V Wechselspannung
Maximaler Luftspalt	0,05 mm

Den Stromwandler vor der Messung an das Instrument anschliessen.
Darauf achten, dass die Berührungsflächen des Joches immer sauber sind.

Shunt PM 9244 (Abb. 5, Seite 40)

Mit Hilfe dieses Shunts lassen sich Gleich- und Wechselströme (max. 1 kHz) bis 31,6 A messen.

Strombereich	10 A und 31,6 A
Ausgangsspannung	100 mV und 31,6 mV
Fehlergrenze	100 mV : ± 1% 31,6 mV : ± 2%
Verlustleistung	max. 3,16 W
Abmessungen	Höhe : 55 mm Breite : 140 mm Tiefe : 65 mm

Batterieeinheit PM 9216

Diese Einheit kann an der Rückseite des Gerätes befestigt werden und ermöglicht einen Batteriebetrieb des Gerätes.
Die Akkumulatoren können vom Netzteil des Gerätes geladen werden.

Kenndaten:

Nennspannung	5 V
Kapazität	3,5 Ah
Maximale Ladestrom	350 mA
Maximale Pufferladung	35 mA
Betriebszeit für eine Ladung	ca. 8 Stunden zusammen mit dem PM 2522
Ladezeit	ca. 15 Stunden

Das Gerät darf während des Ladens benutzt werden.

IV. Wirkungsweise

IV-1. EINGANGSSCHALTUNG (Abb. 7, Seite 44)

Die Eingangsschaltung legt eine Gleichspannung von 2 V Endwert an den ADC Eingang.

Das Analogteil wandelt alle Eingangssignale, nämlich Gleich- und Wechselspannungen und Gleich- und Wechselströme sowie Widerstände in dieses Signal von 2 V.
Für Gleich- und Wechselspannungen wird der gleiche Teiler benutzt.

Das abgeschwächte Signal einem 1 x oder 10 x Verstärker mit einem Ausgang von 2 V Gleichspannung oder 2 V_{eff} zugeführt.
Im Falle von Wechselspannungsmessungen wird das Ausgangssignal des Verstärkers einem Wechselspannungs-Gleichspannungswandler zugeführt, der bei Gleichspannungsmessungen ausgeschaltet ist.

An Eingang A geleitete Ströme werden mit Hilfe von Nebenschlüssen in Spannungen umgewandelt.

Diese Spannungen werden dem 1 x oder 10 x Verstärker zugeführt und dann unmittelbar, oder im Falle von Wechselströmen über den Wechselspannungs-Gleichspannungswandler, an den ADC geleitet.
Bei Widerstandsmessungen wird ein konstanter Strom an den unbekannten Widerstand gelegt.

Folgende Ströme werden in den verschiedenen Bereichen benutzt:

Bereiche	Current	Measuring voltage (at end of range)
200 Ω	1 mA	200 mV
2 kΩ	1 mA	2 V
20 kΩ	10 µA	200 mV
200 kΩ	10 µA	2 V
2 MΩ	100 nA	200 mV
20 MΩ	100 nA	2 V

Die Mess-Spannung über dem unbekannten Widerstand wird über den 1 x oder 10 x Verstärker dem ADC zugeführt.

IV-2. DIGITALTEIL

Der Analog-Digitalwandler des PM 2522 beruht auf dem Prinzip der Deltaimpulsmodulation. Dieses integrierende System gewährleistet gute Linearität und Gegentaktunterdrückung. Ausserdem enthält die Schaltung ein Mindestmass an kritischen Elementen, für die Genauigkeit des ADC ist nur die Genauigkeit der Bezugsspannung massgebend.

Die Basisschaltung des ADC ist in Abb. 7 zu entnehmen. Die Arbeitsweise ist die folgende:

Ein Komparator vergleicht die Eingangsspannung V_x mit Spannung V_c.

Der Ausgang des Komparators steuert über ein Flip-Flop Schalter S derart, dass die positive Bezugsspannung ($+V_{REF}$) an R1 verbunden ist wenn $V_c < V_x$ oder die negative Bezugsspannung ($-V_{REF}$) wenn $V_c > V_x$.

Angenommen V_x ist in Bezug auf V_c positiv und Schalter S auf $+V_{REF}$.

Dadurch wird der Kondensator aufgeladen so dass V_c steigt bis sie grösser ist als V_x.

Beim ersten Taktimpuls, nachdem V_c grösser als V_x wurde, wird Flip-Flop FF eingestellt; Schalter S wird auf $-V_{REF}$ gestellt. Kondensator C1 wird entladen bis V_c kleiner wird als V_x.

Dann wird Schalter S wieder auf die Beginnstellung (S in Stellung $+V_{REF}$) beim nächsten Taktimpuls eingestellt.

Als Folge dieser Kompensationsmethode ist der mittlere Wert von V_c gleich V_x. Hat V_x einen konstanten Wert (ADC -Pegel) dann muss auch der Mittelwert der Ladung des Kondensators C1 konstant sein. Das heisst, dass die zugeführte Ladung (Q_c) und die abgeleitete Ladung (Q_d), wenn über eine längere Periode (Messdauer t_m) integriert, gleich sind.

Ladung zugeführt: $$Q_c = \frac{+V_{REF} - V_c}{R} \cdot t_c$$

Ladung abgeleitet: $$Q_d = V_x = \frac{t_c - t_d}{t_c + t_d} \cdot V_{REF} \quad \text{oder} \quad V_x = \left(\frac{t_c}{t_c + t_d} - \frac{t_d}{t_c + t_d}\right) V_{REF}.$$

wobei t_c = Summe der Ladezeiten, t_d = Summe der Entladezeit während Zeit t_m ($+V_{REF}$ und $-V_{REF}$ besitzen den gleichen absoluten Wert).

Addition der Anzahl Taktimpulse während der Aufladezeit (t_c) und Subtraktion der Taktimpulse während der Entladezeit (t_d) ergibt eine Taktimpulsanzahl die mit der Eingangsspannung übereinstimmt.

Angenommen dass: N = Totalanzahl Taktimpulse während t_m.

T = Periodendauer des Taktimpulses

dann t_m = Messdauer = $NT = t_c + t_d$

Wenn während t_c, n Taktimpulse angewandt werden, dann werden während t_d N-n Impulse angewandt, so dass V_x

wird $$V_x = \frac{nT - (NT - nT)}{NT} V_{REF} = \frac{2n - N}{N} V_{REF}.$$

Wenn $2n - N = n'$ = die Anzahl der zu zählenden Impulse, dann: $n' = V_x \frac{N}{V_{REF}}$

N ist eine von einem Zeitgeber ermittelte feststehende Anzahl von Impulsen betragend 2046. Bei Anwendung einer Bezugsspannung von 2.046 V wird die Gleichung

$$n' = 1000\, V_x \quad (V_x \text{ in Volts})$$

(Beim Gerät PM 2522 ist der Kondensator C1 zwischen den Komparatoreingängen angeschlossen um eine bessere Gegentaktunterdrückung zu erlangen).

Die Impulszählung wird von einem in einer MOS integrierten Schaltung enthaltenem Vorwärts-Rückwärtszähler ausgeführt. Ausserdem enthält die Schaltung:

- einen Eingangs-Flip-Flop (FF, bereits beschrieben)
- zwei Analogschalter (S) zum Einschalten der positiven und negativen Bezugsspannung
- einen Polaritätsdetektor
- einen Zeitgeber zur Regelung der Messdauer
- eine Impulsausgangsschaltung die den 4-Dekadenzähler regelt.

Diese Schaltung zählt die vom ADC gelieferten Impulse.

Die Anzahl der gezählten Impulse wird gespeichert wonach ein Rückstellimpuls vom ADC den Zähler auf Null zurückstellt.
Ein neuer Messzyklus kann nun beginnen.
Ein Multiplexer verbindet abwechselnd jede Dekade des Speichers mit der Decodier-Steuerstufe, gleichzeitig entsteht ein Impuls, der den Anodenschalter der entsprechenden 7-Segment Anzeige "LED" steuert.
Über die Decodier-Steuerstufe wird die decodierte Ziffer an eine der vier 7-Segment Anzeige "LED's", deren Katoden parallel geschaltet sind, übertragen.
Nur diejenige Anzeige, deren Anodeschalter geschlossen ist, leuchtet auf.
Da die Schaltgeschwindigkeit 512 mal pro Sekonde ist, leuchten scheinbar alle Anzeigen zugleich auf.

V. Installation GEBRAUCHSANWEISUNG

V-1. ERDUNG

Das Gerät ist über das mitgelieferte 3-polige Netzkabel an eine Steckdose mit Schutzkontakt anzuschliessen.
Das Gehäuse des Gerätes ist dann über das oben erwähnte Kabel geerdet.
Falls es nicht möglich ist das Gerät über des Netzkabel zu erden, muss ein gesondertes Erdungskabel mit der Erdbuchse (13) an der Vorderseite des Gerätes verbunden werden (siehe Abb. 11, Seite 52).
Die örtlichen Sicherheitsvorschriften sind zu befolgen.

V-2. NETZSPANNUNG

Das Gerät wird eingestellt für 220 V geliefert.
Durch die Transformatorwicklungen gemäss Abb. 9, Seite 48 zu verbinden, kann das Gerät bei folgenden Spannungen verwendet werden.

a. 220 V + 10%; -15% Sicherung 100 mA träge
b. 110 V + 10%; -15% Sicherung 200 mA träge

V-2.1. Batteriespeisung

Für Batteriespeisung ist Wahlzubehör PM 9216 zu empfehlen, da es ein wesentlicher Bestandteil des Gerätes wird.

V-3. BEDIENUNGSELEMENTE UND ANSCHLÜSSE

Frontplatte (Abb. 11, Seite 52)

Position	Beschreibung	Anwendung
SK101	POWER	Einschalten des Geräts
SK102	V⎓; V∿; mA⎓; mA∿; kΩ; 20 MΩ	Einschalten der gewünschten Betriebsart
SK201	HOLD; 0,2; 2; 20; 200; 2000	Anziegespeicherung; Bereich
BU1	VΩ	Anschluss für Spannungs- und widerstandsmessungen
BU2	A	Anschluss für strommessung
BU3	0	Gemeinsamer Anschluss
BU4	⊥	Erdanschluss
R1	"0"	Nulpunkteinstellung

V-3.1. Rückansicht (Fig. 11, Seite 52)

Position	Beschreibung	Anwendung
BU104		Batterieanschluss
BU5		Netzanschluss

VI. Bedienung

VI-1. EINSCHALTEN

Das Gerät kann von einer 110 oder 220 V Wechselspannung betrieben werden oder von einer Gleichspannung als Stromquelle.

VI-1.1. Wechselstrom- Stromquelle

- Das Gerät an das Netz anschliessen
- Schalter POWER auf ON stellen (Abb. 11, Seite 52)
- Die Anzeige-LED's leuchten auf

VI-1.2. Gleichspannungs-Stromquelle

Das Wahlzubehör PM 9216 ermöglicht die Anwendung des Gerätes auch wo keine Netzspeisung vorhanden ist.
Wenn die Betteriespeisungseinheit an das Gerät angeschlossen ist und auch Netzteil und Netz verbunden sind, dann wird die Ladeschaltung der Batteriespeisung wirksam.
Deshalb ist es wichtig das Gerät nur dann an das Netz anzuschliessen wenn die Batteriespeisung aufladbare Batterien enthält.

VI-2. ELEKTRISCHE NULLEINSTELLUNG

- Anschlusspunkte "⊥", "0" und "VΩ" kurzschliessen
- Drucktaste V⎓ (Abb. 11, Seite 52) eindrücken
- Drucktaste 0.2 (Abb. 11, Seite 52) eindrücken
- Mit Hilfe von Potentiometer "0" auf der Frontplatte des Geräts die Anzeige auf .0000 V abgleichen (Abb. 11, Seite 52).

Anmerkung: Vor Durchführung der elektrischen Nullpunkteinstellung ist eine Anwärmezeit von 30 Minuten zu berücksichtigen.

VI-3. MESSUNG

Allgemeine Anmerkungen:
- Für erdfreie Messungen sind die Anschlusspunkte "0" und "⊥" mit einem zusätzlichen Draht zu verbinden.
- Die Kapazität zwischen "0" und "⊥" beträgt etwa 1.8 nF.
- Die maximal zulässige Spannung zwischen "0" und "⊥" ist 500 V Gleichspannung oder 350 V Wechselspannung (50 Hz).

VI-3.1. Gleichspannungsmessungen

- Drucktaste V⎓ eindrücken
- Richtigen Messbereich wählen
- Die Mess-Spannung an die Buchsen "0" und "VΩ" anschliessen

Anmerkungen:
- Die Polaritätsanzeige gibt die Polarität von Buchse "VΩ" in Bezug auf Buchse "0" an.
- Die maximal zulässige Spannung zwischen den Buchsen "VΩ" und "0" ist 1000 V Gleichspannung oder 600 V Wechselspannung (50 Hz).

VI-3.2. Hochspannungen bis zu 30 kV mit Messkopf PM 9246

- Drucktaste V⎓ eindrücken
- Messkopf an Buchsen "0" und "VΩ" (Buchsen "0" und "⊥" müssen durchverbunden sein)
- Mit der Erdungsklammer des Messkopfs eine geeignete Erdverbindung herstellen
- Den 10 MΩ Bereich am Messkopf wählen
- Der Bereichswähler ermöglicht folgende Bereiche:

Bereichswähler in Stellung	Hochspannungsbereich
2 V	2 kV maximal
20 V	20 kV maximal
200 V	30 kV maximal (siehe Anmerkung)

Anmerkungen:
- Maximal zulässige Gleichspannung 30 kV (Bereichsende ist 200 kV)
- Die Position des Dezimalpunktes ist zu beachten.

VI-3.3. Wechselspannungsmessungen

- Drucktaste V∼ eindrücken
- Richtigen Messbereich wählen
- Die zu messende Spannung an Buchsen "0" und "VΩ" anschliessen.

Anmerkung:
- Maximal zulässige Spannung zwischen Buchsen "0" und "VΩ" beträgt 500 V Gleichspannung und 600 V Wechselspannung (50 Hz).

VI-3.4. UHF-Spannungen mit Messkopf PM 9210 und T-Stück PM 9212

- Taste V∼ drücken
- den Messkopf an die Anschlüsse "0" and "VΩ" anschliessen; Erdungsstift an "0" (die Anschlüsse "0" und " I " sind miteinander zu verbinden).

Anmerkungen:
- An den Messkopf (mit Abschwächer) darf eine Wechselspannung von max. 200 Veff angeschlossen werden, die einer Gleichspannung von 500 V überlagert sein darf.
- Der Korrekturfaktor auf der Kalibrierkurve des Kopfes ist zu beachten.

VI-3.5. Gleichstrommessungen

- Drucktaste mA ⎓ eindrücken
- Richtigen Messbereich wählen
- Die zu messende Stromquelle zwischen Buchsen "0" und "A" anschliessen.

Anmerkungen:
- Der Polaritätsanzeiger zeigt die Polarität an Buchse "A" gegenüber der an Buchse "0" an.
- Maximal zulässiger Strom zwischen Buchsen "0" und "A" beträgt 2 A.

VI-3.6. Gleich- und Wechselströme (max. 1 kHz) bis 31,6 A mit dem Parallelwiderstand PM 9244

- Eine der Tasten V⎓ oder V~ drücken
- Die Anschlüsse + und - des Parallelwiderstandes PM 9244 an die Buchsen "VΩ" und "0" anschliessen.
- Den Bereichschalter auf 200 mV stellen
- Die Stromquelle, je nach Höhe des Stromes, an die Buchsen - und 10 A bzw. 31,6 A anschliessen
- Mit Schalter SK1 (Abb. 5 , Seite 40) kann die vom Parallelwiderstand PM 9244 abgenommende Spannung von 100 mV auf 31,6 mV umgeschaltet werden.

VI-3.7. Wechselstrommessungen

- Drucktaste mA ~ eindrücken
- Richtigen Messbereich wählen
- Die zu messende Stromquelle zwischen Buchsen "0" und "A" anschliessen

Anmerkung:
- Maximal zulässiger Strom zwischen Buchsen "0" und "A" beträgt 2 A.

VI-3.8. Wechselströme bis zu 100 A mit Stromwandler PM 9245

- Wechselstrom-Messart wählen
- Anschlüsse des Wandlers PM 9245 mit Buchsen "0" und "1" verbinden
- Bereichswähler auf Stellung 200 mA einstellen
- Den Stromleiter in die Öffnung des Wandlers legen
- Maximal zulässiger Wechselstrom 100 A
- Frequenzbereich 45 Hz - 1 kHz.

VI-3.9. Widerstandsmessungen

- Drucktaste kΩ oder 20 kΩ eindrücken
- Den unbekannten Widerstand mit Buchsen "0" und "VΩ" verbinden
- Richtigen Messbereich wählen

Anmerkungen:
- Der Mess-Strom beträgt :
  1 mA für die 200 Ω und 2 kΩ Bereiche
  10 µA für die 20 kΩ und 200 kΩ Bereiche
  100 nA für die 2 MΩ und 20 MΩ Bereiche
- Halbleiter können in der Flussrichtung im 2 kΩ Bereich gemessen werden. Die Anzeige gibt die Diodenspannung in Flussrichtung von 1 mA wieder. Buchse "VΩ" ist in Bezug auf Buchse "0" positiv.

I. Introduction

GENERALITES

Le multimètre digital PM 2522 est un appareil à $3\frac{1}{2}$ chiffres précis avec affichage maximal 1999. Pour obtenir un affichage clair et net, l'appareil est pourvu de diodes LED à 7 segments. La commutation de gamme et de fonction se fait manuellement à l'aide de boutons-poussoirs.

L'appareil peut être utilisé aux mesures suivantes:

- tensions continues de 100 µV à 1000 V
- tensions alternatives de 100 µV à 500 V_{eff}
- courants continus de 100 nA à 2 A
- courants alternatifs de 100 nA à 2 A_{eff}
- résistances de 100 mΩ à 20 MΩ

La protection de toutes les fonctions de mesure est prévue jusqu'à 250 V au moins.
La polarité des tensions et des courants continus est indiquée automatiquement.
Le point décimal est réglé automatiquement en commutant les gammes.
Le maintien de l'affichage est obtenu à l'aide du bouton-poussoir "Hold".
Etant donné les gammes et les fonctions, la précision et la construction, l'appareil est un multimètre idéal d'usage universel pour les chaînes de production ou en laboratoires, ainsi qu'à des fins d'entretien et de formation.

II. Caractéristiques techniques

Les propriétés exprimées en valeurs numériques avec tolérances sont garanties par l'usine. Les valeurs numériques sans indication de tolérance sont indiquées à titre d'information et correspondent aux propriétés d'un appararеil moyen.

II-1. CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES

II-1.1. Mesure de tension continue

Gamme

- 100 µV à 1000 V divisée en 5 gammes.

Gammes:	
200	mV
2	V
20	V
200	V
1000	V

Résolution - 100 µV

Résistance d'entrée - 10 MΩ dans toutes les gammes

Capacité d'entrée - 100 pF

Précision - ± 0,1% d'affichage; ± 0,1% de gamme dans les gammes 0,2; 2; 20; 200 V.
± 0,2% d'affichage; ± 4 chiffres 1000 V.

Coefficient de température - ± 1 chiffre / 3°C

Tension maximale admise - 1000 V_{eff}

II-1.2. Mesure de tension alternative

Gamme - 100 µV à 600 V divisée en 5 gammes:

Gammes:	
200	mV_{eff}
2	V_{eff}
20	V_{eff}
200	V_{eff}
600	V_{eff}

Résolution - 100 μV_{eff}

Impédance d'entrée - 10 MΩ // 60 pF dans toutes les gammes

Précision

Gamme	Frequence	Erreur de fonctionnement
0,2; 2; 20 et 200 V_{eff}	100 Hz à 10 kHz	± 0,3% d'affichage ± 0,3% de gamme
0,2; 2; 20 et 200 V_{eff}	30 Hz à 100 Hz et 10 kHz à 30 kHz	± 0,5% d'affichage ± 0,5% de gamme
600 V_{eff}	30 Hz à 100 Hz	± 0,5% d'affichage ± 10 chiffres

Coefficient de température - ± 1 chiffre / 3°C

Tension maximale admise - 600 V_{eff} (50 Hz)

II-1.3. Mesure de courant continu

Gamme - 200 nA à 2 A divisée en 5 gammes.

Gammes:	
200	µA
2	mA
20	mA
200	mA
2	A

Résolution - 100 nA

Chute de tension - < 250 mV dans la gamme 0,2; 2; 20; 200 mA
< 600 mV dans la gamme 2 A

Précision - ± 0,25% d'affichage; ± 0,25% de gamme

Coefficient de température - ± 1 chiffre / 3°C

Courant maximal admis - 2 A

II-1.4. Mesure de courant alternatif

Gamme	- 200 nA à 2 A_{eff} divisée en 5 gammes. Gammes: 200 μA_{eff} 2 mA_{eff} 20 mA_{eff} 200 mA_{eff} 2 A_{eff}
Résolution	- 100 nA
Chute de tension	- < 250 mV dans la gamme 0,2; 2; 20; 200 mA_{eff} < 600 mV dans la gamme 2 A_{eff}
Précision	- 0,25% d'affichage; 0,25% de gamme
Fréquence	- 30 Hz à 1 kHz
Coefficient de température	- $\pm$ 1 chiffre / 3°C
Courant maximal admis	- 2 A_{eff}

II-1.5. Mesure de résistance

Gamme	- 0,1 Ω à 20 MΩ divisées en 6 gammes. Gammes: 200 Ω 2 kΩ 20 kΩ 200 kΩ 2 MΩ 20 MΩ
Résolution maximale	- 0,1 Ω
Courant de mesure	- 1 mA dans la gamme 0,2 et 2 Ω 10 µA dans la gamme 20 et 200 kΩ 100 nA dans la gamme 2 et 20 MΩ
Tension maximale avec bornes non-connectées	- 12 V
Précision	- $\pm$ 0,3% d'affichage; $\pm$ 0,2% de gamme
Coefficient de température	- ± 2 chiffres /3 °C pour la gamme de 20 MΩ ± 1 chiffre /3 °C pour toutes les autres gammes
Résistance maximale	- 20 MΩ
Semi-conducteurs	- peuvent être mesurés dans le sens de conduction dans la gamme 20 kΩ, en sens inverse dans les gammes supérieures.

II-2. CARACTERISTIQUES GENERALES

Système de conversion	- Système de modulation d'impulsion triangulaire
Affichage maximal	- 1999
Nombre de chiffres	- $3\frac{1}{2}$
Commande d'affichage	- série, fréquence de balayage 512 Hz
Représentation de résultat et polarité	- diodes LED à sept segments
Sélection de gamme	- Manuelle à l'aide de boutons-poussoirs
Sélection de fonction	- Manuelle à l'aide de boutons-poussoirs
Indication de dépassement	- La lampe des centaines indique 0, les autres sont éteintes.
Point décimal	- Réglé automatiquement par le sélecteur de gammes
Entrée de mesure	- Flottante
Réjection en mode commun	- 60 dB
Réjection en mode série	- 100 dB
Signal de mode commun maximal	- 500 V continu; 350 V alternatif; 50 Hz
Capacité entre commun et terre	- 1,8 nF
Température ambiante	- 0 à 45°C
Dérive du point zéro	- $\pm$ 1 chiffre / 4°C
Tension maximales d'entrée	- Gamme / Valeur V continu : 1000 V continu 600 V alternatif (50Hz) V alternatif : 500 V continu 600 V alternatif (50Hz) Gamme de courant : $\leq$ 250 V continu ou alternatif Gammes de résistance : $\leq$ 250 V continu ou alternatif Dans les gammes .2 et 2 kΩ un fusible saute dès que la tension est $\geq$ 30 V continu ou alternatif.
Tension secteur	- 110 ou 220 V +10; -15% (Adaptable à l'aide de connexions volantes internes)
Unité d'alimentation de batterie	- PM 9216 : durée de fonctionnement: env. 8 heures temps de recharge : env. 15 heures
Consommation	- 12 VA
Dimensions	- hauteur $\pm$ 95 mm largeur $\pm$ 235 mm profondeur $\pm$ 280 mm
Poids	- $\pm$ 2,0 kg

III. Accessoires

III-1. FOURNIS AVEC L'APPAREIL

Jeu de cordons de mesure avec pointe de touche PM 9260
Cordon secteur tripolaire
Mode d'emploi

III-2. EN OPTION

Sonde HT PM 9246 (Fig. 4, page 40)

La sonde HT PM 9246 est appropriée à la mesure de tensions continues jusqu'à 30 kV.
Il est possible d'utiliser la probe PM 9246 pour des instruments de mesure avec une impédance d'entrée de 100 MΩ, 10 MΩ et 1.2 MΩ (sélectionable).

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

Tension maximale	30 kV
Attenuation	1000 x
Impédance d'entrée	600 MΩ ± 5%
Précision	± 3% pour instruments avec impédance d'entrée de 100 MΩ et 10 MΩ ± 5% pour instruments avec impédance d'entrée de 1.2 MΩ

Attention:
Veiller à effectuer une bonne connection de terre.

Sonde HF PM 9210 Accessoires de sonde PM 9212 (Fig. 1 et 2, page 40)

	PM 9210	PM 9210 + PM 9212
Gamme de fréquence	100 kHz ... 1 GHz	100 kHz ... 1 GHz
Ligne droite dans les 5%	100 kHz ... 6 MHz	100 kHz ... 6 MHz
Déviation maxi	3 dB	3,5 dB
Gamme de tension	150 mV ... 15 V	15 V ... 200 V
Tension maximale alternatif	30 V	200 V
Tension maximale courant	200 V	500 V
Capacité d'entrée	2 pF	2 pF
Connecteur T	En option	
Gamme de fréquence		100 kHz ... 1.2 GHz
Impédance		50 Ω
Rapport d'amplitude		1.25 à 700 MHz; 1.15 à 1 GHz.

Associée à ses accesoires (broche de mise à la terre réglable et connecteur Dage), la sonde PM 9210 convient jusqu' à la fréquence de 100 MHz.
Pour les mesures au-delà de cette fréquence, il est recommandé d'employer le T de 50 Ω et la résistance terminale de 50 qui front du jeu d'accessoires de sonde PM 9212 (Fig. 2, page 40).

Transformateur de courant PM 9245 (Fig. 3, page 40)

Avec ce transformateur il est possible de mesurer les courants alternatifs supérieurs à 10 A jusque 100 A.

Rapport de transformation	1000 x (100 A = 100 mA)
Erreur de transformation	± 3%
Gamme de fréquence	45 Hz ... 1 kHz
Perte de tension au secondaire	< 200 mV
Tension maximale par rapport à la terre	400 V CA
Entrefer maximal	0,05 mm

Connecter le transformateur de courant à l'instrument avant d'effectuer la mesure.
Eviter la pollution des composants du circuit magnétique.

Shunt PM 9244 (Fig. 5, page 40)

Ce shunt permet de mesurer des courants continus et alternatifs (1 kHz max.) jusque 31,6 A.

Gamme de courant	10 A et 31,6 A
Tension de sortie	100 mV et 31,6 mV
Précision	100 mV : ± 1% 31,6 mV : ± 2%
Dissipation de puissance	3,16 W maxi
Dimensions	hauteur : 55 mm largeur : 140 mm profondeur : 65 mm

Bloc de batteries PM 9216

Ce bloc peut être monté à l'arrière de l'appareil et permet l'alimentation par batteries.
Les accumulateurs sont rechargeables par l'intermédiaire de l'alimentation de l'appareil.

Caractérisques:

Tension	5 V
Capacité	3,5 Ah
Courant de charge maximal	35 mA
Temps de fonctionnement avec PM 2522	env. 8 heures
Temps de recharge	env. 15 heures

L'appareil peut être utilisé pendant la charge.

IV. Principe de fonctionnement

IV-1. CIRCUIT D'ENTREE

Le circuit d'entrée sert à appliquer une tension continue de 2 V à l'entrée ADC en fin de gammes.

Les sections analogues convertissent tous les signaux d'entrée en signal de 2 V, à savoir tensions continues et alternatives, courants continus et alternatifs et résistances.
Pour les tensions continues et alternatives, le même diviseur est utilisé.

Le signal atténué est appliqué à un amplificateur 1 x ou 10 x avec sortie 2 V continue ou 2 V_{eff}.
En cas de mesures alternatives le signal de sortie de l'amplificateur est appliqué à un convertisseur alternatif-continu, lequel est déclenché lors de mesures continues.

Les courants appliqués à l'entrée A sont convertis en tensions par des shunts.

Ces tensions sont également appliquées à l'amplificateur 1 x ou 10 x pour ensuite être conduites à ADC directement ou, dans le cas de courants alternatifs, par l'intermédiaire du convertisseur alternatif / continu.

Les courants suivants sont utilisés dans les gammes suivantes:

Ranges	Courant	Tension de mesure (fin de gamme)
200 Ω	1 mA	200 mV
2 kΩ	1 mA	2 V
20 kΩ	10 µA	200 mV
200 kΩ	10 µA	2 V
2 MΩ	100 nA	200 mV
20 MΩ	100 nA	2 V

La tension de mesure par la résistance inconnue est appliquée à ADC par l'intermédiaire de l'amplificateur 1 x ou 10 x.

IV-2. SECTION DIGITALE

Le convertisseur analogue-digital du PM 2522 est basé sur le principe de modulation d'impulsion triangulaire.
Ce système d'intégration assure une bonne linéarité et réjection en mode série.
De plus, le circuit contient un minimum d'éléments critiques, car la précision de la tension de référence n'est importante que pour la précision de ADC.

Fig. 1

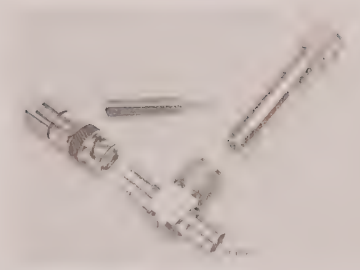


Fig. 2

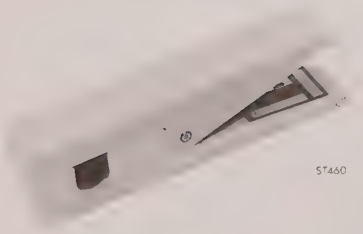


Fig. 3

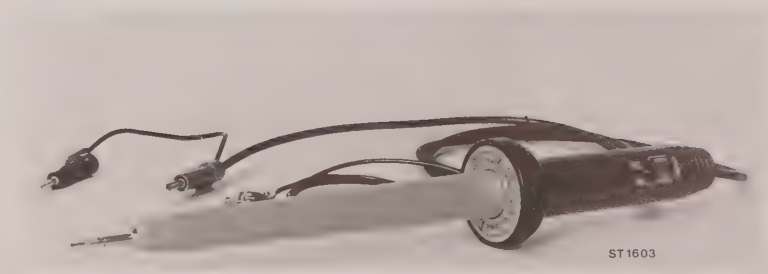


Fig. 4

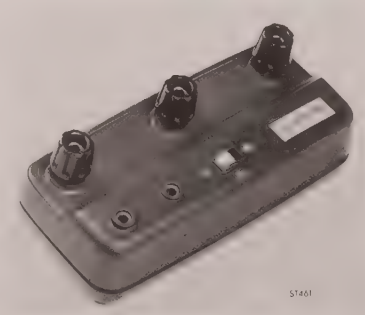


Fig. 5

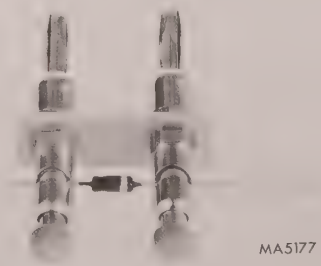


Fig. 6

Le circuit de base de ADC est illustré à la figure 7 . Il fonctionne comme suit:

La tension d'entrée V_x est comparée avec la tension V_c à l'aide d'un comparateur.

La sortie de ce dernier commande le commutateur S par un flip-flop et ce de telle sorte que la tension de référence positive ($+V_{REF}$) soit connectée à R1 lorsque $V_c < V_x$ ou la tension de référence négative ($-V_{REF}$) lorsque $V_c > V_x$.

A supposer que V_x est positive par rapport à V_c et le commutateur S en position $+V_{REF}$.
Ceci correspond à la charge du condensateur jusqu'à ce que V_c excède V_x.
A la première impulsion d'horloge suivant $V_c > V_x$, le flip-flop FF est mis en circuit; le commutateur S est mis en position $-V_{REF}$. Le condensateur C1 est déchargé jusqu'à ce que V_c devienne plus petit que V_x. Alors, le commutateur est remis en position de démarragge (S en position $+V_{REF}$) à l'impulsion d'horloge suivante.

Vu la méthode de compensation appliquée, la valeur moyenne de V_c est égale à V_x. Si V_x présente une valeur constante (niveau continu), la charge moyenne du condensateur C1 doit également être constante. Ceci signifie que la charge appliquée (Q_c) est égale à la charge obtenue (Q_d) lorsque l'intégration se fait sur une longue période (temps de mesure t_m).

Charge appliquée: $$Q_c = \frac{+V_{REF} \quad -V_c}{R} \cdot t_c$$

Charge obtenue: $$Q_d = V_x = \frac{t_c \quad -t_d}{t_c \quad +t_d} \cdot V_{REF} \text{ ou } V_x = \left(\frac{t_c}{t_c \quad +t_d} - \frac{t_d}{t_c \quad +t_d} \right) V_{REF}.$$

t_c étant la somme des temps de charge, t_d la somme des temps de décharge pendant le temps t_m ($+V_{REF}$ et $-V_{REF}$ ont la même valeur absolue).

En comptant le nombre d'impulsions d'horloge pendant le temps de charge (t_c) et soustrayant les impulsions d'horloge pendant le temps de décharge (t_d), on obtient un certain nombre d'impulsions d'horloge correspondant à la tension d'entrée.

A supposer: N = le nombre total d'impulsions d'horloge pendant t_m

T = la durée de l'impulsion d'horloge

Dans ce cas t_m = temps de mesure = $NT = t_c + t_d$.

Lorsque n impulsions d'horloge sont utilisées pendant t_c, N-n impulsions sont utilisées pendant t_d , de sorte que V_x devient $$V_x = \frac{nT - (NT - nT)}{NT} V_{REF} = \frac{2n - N}{N} V_{REF}.$$

Si $2n - N = n'$ = nombre d'impulsions à compter, $$n' = V_x \frac{N}{V_{REF}}$$

N est un nombre fixe d'impulsions déterminé par une minuterie et est de 2046. Lorsqu'on utilise une tension de référence de 2046 V, la formule devient:

$$n' = 1000\, V_x \quad (V_x \text{ exprimé en volts})$$

(Dans le PM 2522 le condensateur C1 est connecté entre les entrées du comparateur afin d'obtenir une meilleure réjection en mode série).

Le comptage des impulsions se fait dans un compteur inclus dans un circuit intégré MOS.
Ce circuit contient également:

- un flip-flop d'entrée (FF, décrit précédemment)
- deux commutateur analogues (S) servant à commuter la tensions de référence positive et négative
- un détecteur de polarité
- une minuterie pour commander le temps de mesure
- un circuit de sortie qui commande le compteur à 4 décades.

Ce dernier compte les impulsions fournies par ADC.

Le nombre d'impulsions comptées sont transférées à une mémoire, après quoi le compteur est remis à zéro par une impulsion en provenance de ADC.
Un nouveau cycle de mesure est alors démarré.
Un multiplexeur connecte alternativement chaque décade de la mèmoire à l'étage de commande du décodeur; dans le même temps une impulsion est produite laquelle commande de le commutateur de tension anodique de la diode LED correspondante.
Le nombre décodé par le décodeur est transféré à une des quatre diodes LED dont les cathodes sont mises en parallèle.
Seul l'indicateur dont le commutateur d'anode est fermé est allumé.
Etant donné que la vitesse de commutation est de 512 fois par seconde, tous les indicateurs doivent s'allumer en même temps.

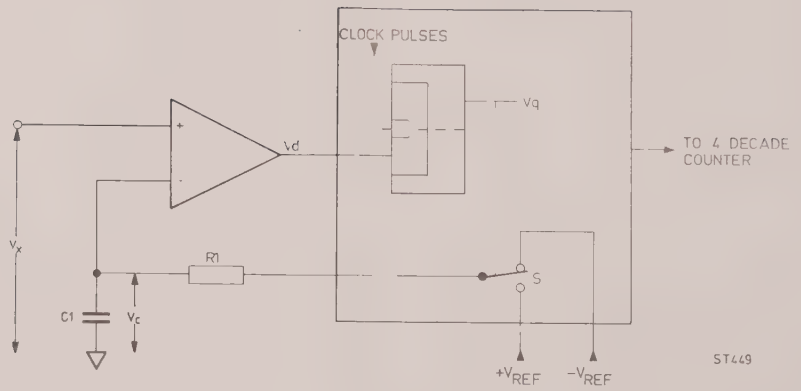


Fig. 7

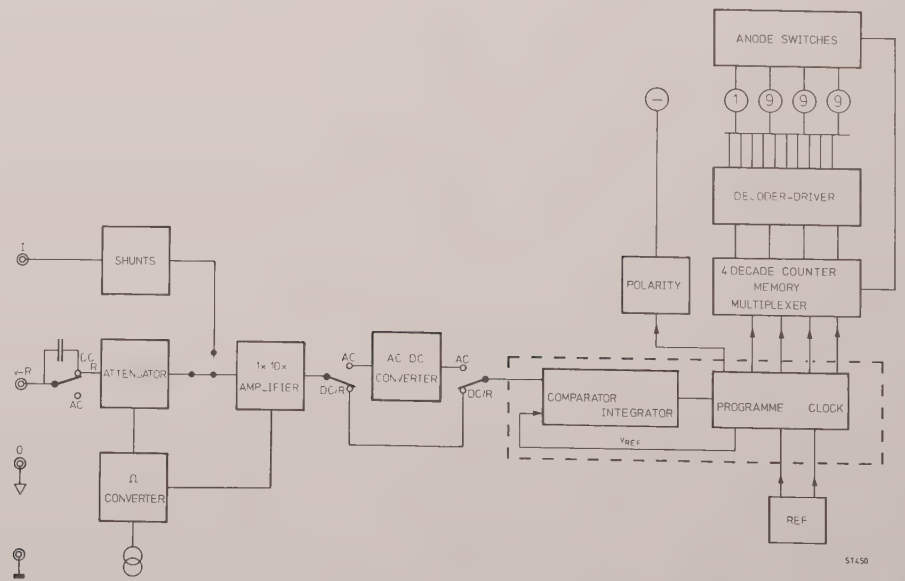


Fig. 8

V. Mise en place

V-1. MISE A LA TERRE

L'appareil doit être branché à une prise murale avec terre par l'intermédiaire du cordon secteur tripolaire compris à la livraison.
Le boîter de l'appareil est alors mis automatiquement à la terre par le cordon mentionné ci-avant. Aus cas où l'appareil ne peut pas être mis à la terre par le cordon secteur, un câble de terre séparé doit être connecté à la borne de terre (13) à l'avant de l'appareil (voir Fig. 11, page 52). Ce faisant, il faut toujours tenir compte des règles de sécurité locales.

V-2. ALIMENTATION SECTEUR

L'appareil est réglé sur 220 V à l'usine.
La connexion des enroulements de transformateur (voir Fig. 9 , page 48) permet d'utiliser l'appareil aux tension suivantes.

a. 220 V + 10%; -15% fusible 100 mA temporisé
b. 110 V + 10%; -15% fusible 200 mA temporisé

V-2.1. Alimentation par batterie

L'accessoire en option PM 9216 est recommandé pour l'alimentation par batterie, car il devient partie intégrale de l'appareil.

V-3. COMMANDES ET CONNECTEURS

Repère	Symbole	Fonction
SK101	POWER	Mise de l'instrument en circuit
SK102	V~; V⎓; mA⎓; mA~; kΩ; 20 MΩ	Choix de la fonction de mesure requise
SK201	HOLD; 0.2; 2; 20; 200; 2000	Maintien dela valeur affiché selecteur de gamme à l'exeption de la gamme 20 MΩ
BU1	VΩ	Borne d'entré hautes tensions combinée pour mesure de tensions et de résistances
BU2	A	Borne d'entré hautes tensions pour mesured courant
BU3	0	Borne d'entré basses tensions
BU4	⊥	Borne de terre
R1	"0"	Réglage du zero

V-3.1. Paneau arriere (Fig. 11, page 52).

Repère	Symbole	Fonction
BU104		Alimentation par batterie
BU5		Alimentation secteur

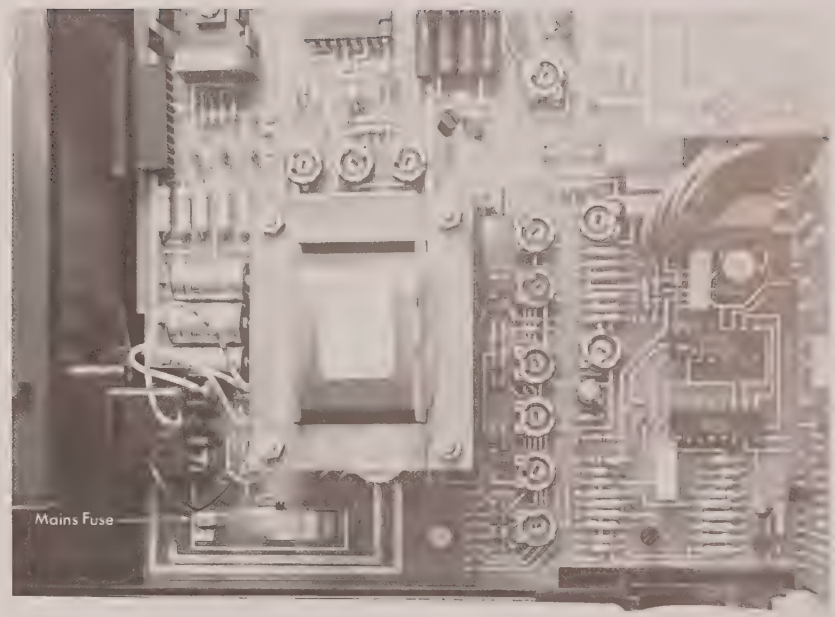


Fig. 9

220 V : interconnect - 2 and 3

110 V : disconnect - 2 and 3
interconnect - 1 and 3
- 2 and 4

Fig. 10

VI. Mise en oeuvre

VI-1. ENCLENCHEMENT

L'appareil peut fonctionner sur 110 ou 220 V source alternative ou source continue.

VI-1.1. Source alternative

- Brancher l'appareil au secteur
- Mettre le commutateur POWER sur ON (Fig. 11, page 52)
- Les diodes LED d'affichage sont allumées.

VI-1.2. Source continue

Il est possible, en s'aidant de l'accessoire en option PM 9216, d'utiliser l'appareil à des endroits où il n'y a pas de prise secteur.
Lorsque l'alimentation par batterie est connectée à l'appareil, lequel est branché au secteur le circuit de charge de la batterie est enclenché.
A remarquer qu'alors le multimètre doit uniquement être branché lorsque le compartiment contient des batteries rechargeables.

VI-2. REGLAGE ELECTRIQUE DU ZERO

- Court-circuiter les bornes d'entrée "⊥", "0" et "VΩ"
- Enfoncer le bouton-poussoir V⎓ (Fig. 11, page 52)
- Enfoncer le bouton-poussoir 0,2 (Fig. 11, page 52)
- Régler l'affichage sur .0000 V à l'aide du potentiomètre "0" sur le panneau avant de l'appareil (Fig. 11, page 52).

Remarque: Avant de procéder au réglage électrique du zéro, un temps de chauffage de 30 minutes est recuis.

VI-3. MESURE

Remarques générales:
- Pour des mesures non flottantes connected les bornes "0" et "⊥" à l'aide d'un fil accessoire.
- La capacité entre "0" et "⊥" est d'environ 1,8 nF.
- La tension maximale admise entre "0" et "⊥" est de 500 V continu ou 350 V alternatif (50 Hz).

VI-3.1. Mesures de tension continue

- Enfoncer le bouton-poussoir V⎓
- Sélectionner la gamme de mesure exacte
- Connecter la tension de test aux bornes "0" et "VΩ".

Remarques:
- L'indicateur de polarité indique la polarité à la borne "VΩ" per rapport à la borne "0".
- La tension maximale admise entre les bornes "VΩ" et "0" est de 1000 V continu ou 600 V alternatif (50 Hz).

VI-3.2. Très hautes tensions jusqu'à 30 kV avec sonde PM 9246

- Enfoncer le bouton-poussoir V⎓
- Connecter la sonde aux bornes "0" et "VΩ" les bornes "0" et "⊥" doivent être interconnectées)
- Connecter la borne de terre de la sonde à une terre appropriée
- Choisir la gamme 10 MΩ sur la sonde
- La gammes suivantes peuvent être choisies à l'aide du sélecteur de gammes.

Sélecteur de gammes	Gamme HT
2 V	2 kV max.
20 V	20 kV max.
200 V	30 kV max.

Remarques:
- Tension continue maximale admise 30 kV (fin de gamme 200 kV)
- La position du point décimal doit être observée.

VI-3.3. Mesures de tension alternative

- Enfoncer le bouton-poussoir V~
- Choisir la gamme de mesure appropriée
- Connecter la tension de test aux bornes "0" et "VΩ".

Remarque:
- La tension maximale admise entre les bornes "VΩ" et "0" est 500 V continu ou 600 V alternatif (50 Hz).

VI-3.4. Tensions UHF avec sonde PM 9210 et T PM 9212

- Enfoncer le bouton V
- Connecter la sonde aux bornes "0" et "VΩ", la broche de terre sur "0" (les bornes "0" et " ⊥ " doivent être interconnectées).

Remarques:
- La tension maximum admissible sur la sonde (avec atténuateur) est 200 Veff, superposée à 500 V en continu.
- Il faut tenir compte du coefficient de correction sur la courbe d'etalonnage de la sonde.

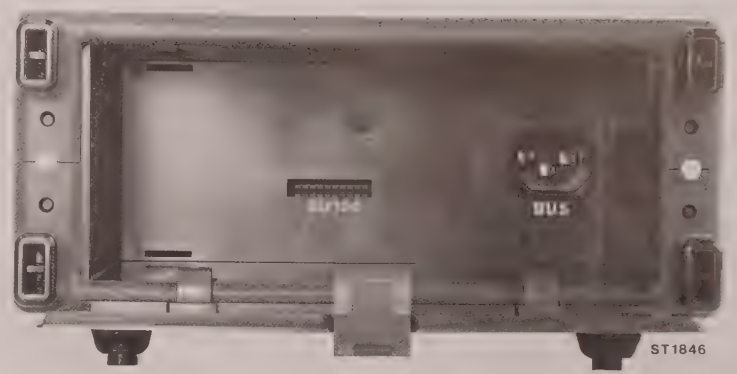


Fig. 11

VI-3.5. Mesures de courant continu

- Enfoncer le bouton-poussoir mA ⎓
- Sélectionner la gamme de mesure appropriée
- Connecter la source de courant à mesurer aux bornes "0" et "A".

Remarques: - L'indicateur de polarité désigne la polarité à la borne "A" par rapport à la borne "0"
- Le courant maximal admis entre les bornes "0" et "A" est de 2 A.

VI-3.6. Courants continus et alternatifs (1 kHz max.) jusqu'à 31,6 A avec shunt continu PM 9244

- Sélectionner le mode de mesure V⎓ ou V~
- Connecter les douilles de sortie + et - du shunt PM 9244 aux bornes "VΩ" et "0"
- Mettre le sélecteur de gammes en position 200 mV
- Connecter la source de courant aux bornes - et 10 A ou 31,6 A en fonction du courant à mesurer
- A l'aide du commutateur SK1 (Fig. 5) la tension de sortie du shunt PM 9244 peut être commuté de 100 mV à 31,6 mV.

VI-3.7. Mesures de courant alternatif

- Enfoncer le bouton-poussoir mA~
- Sélectionner la gamme de mesure appropriée
- Connecter la source de courant à mesurer aux bornes "0" et "A".

Remarque: - Le courant maximal admis entre bornes "0" et "A" est de 2 A.

VI-3.8. Courants alternatifs jusqu'à 100 A avec transformateur de courant PM 9245

- Sélectionner le mode de mesure AC
- Connecter les bornes de transformateur PM 9245 aux bornes "0" et "1"
- Mettre le sélecteur de gammes en position 200 mA
- Faire passer le conducteur porteur de courant par l'ouverture du transformateur
- Courant alternatif maximal admis 100 A
- Gamme de fréquence 45 Hz - 1 kHz.

VI-3.9. Mesures de résistance

- Enfoncer le bouton-poussoir kΩ ou 20 MΩ
- Connecter la résistance inconnue aux bornes "0" et "VΩ"
- Sélectionner la gamme de mesure appropriée

Remarques: - Le courant de mesure est de : 1 mA pour gammes 200 Ω et 2 kΩ
10 µA pour gammes 20 kΩ et 200 kΩ
100 nA pour gammes 2 MΩ et 20 MΩ

- Les semi-conducteurs peuvent être mesurés à l'avant dans la gamme 2 kΩ. L'affichage indique la tension de diode à l'avant de 1 mA. La borne "VΩ" est positive par rapport à la borne "0".

VII. Circuit description SERVICE DATA

VII-1. ANALOG SECTION

The analog section of the instrument serves to convert all modes to be measured into a voltage level of + or - 2 V in order to obtain a maximum display.
This voltage is supplied to the digital section, which has a constant input-sensitivity of 2 V for maximum display.

VII-1.1. DC voltage circuit

The input circuit for direct voltage measurements is shown in Fig. 28.
The attenuation for the various ranges is given in the table below.

Range	Attenuation	Input amplifier at end-of-range
200 mV	1 x	0.2 V
2 V	1 x	2 V
20 V	100 x	0.2 V
200 V	100 x	2 V
1000 V	10,000 x	0.1 V

The attenuated input voltage is supplied to an amplifier, the gain of which is switchable between 1 x and 10 x by means of the range switches. The output of the amplifier is always 2 V at end-of-range and is supplied to the analog digital converter.

VII-1.2. AC voltage circuit

The circuit for alternating voltage measurements is shown in Fig. 28 and is in principle equal to the circuit for direct voltage measurements.
However, for a.c. behaviour the attenuator resistors are shunted by capacitors.
After being amplified 1 x or 10 x the a.c. voltage (always 2 V at end-of-range) is supplied to an a.c. - d.c. converter.
The direct voltage output of this converter is supplied to the analog-to-digital converter.

VII-1.3. Direct and alternating current circuit

The circuit of current measurements is shown in Fig. 28.
The current to be measured is converted into a voltage by means of shunts (R201 ... R205).
The voltage across the shunt is 0.2 V at end-of-range, thus the 1 x/10 x amplifier is set to its 10 x position in all ranges. For alternating currents the a.c. - d.c. converter is switched in after the 10 x amplifier.
The current ranges are protected by a 2.5 A fuse (VL2). If the voltage across the shunts, caused by a too high current or by supplying an excessive voltage to the current input, is larger than 1.4 V the diodes GR118-119 or GR120-121, depending on the polarity, become conductive. The current through the diodes is restricted by R113 up to R116.

VII-1.4. Resistance measuring circuit

The principle of the resistance measuring is shown in Fig. 12.
A constant current passes through the unknown resistor R_X.
The voltage across R_X, V_X, is supplied to the + input of $IC101_A$ (1 x/10 x amplifier).
Depending on the range, V_X will be amplified 1 x or 10 x.
The operational amplifier $IC101_B$ generates a output voltage of 1.2 V.
As V_X is supplied to the input of $IC101_B$ the output will be 1.2 V + V_X volt.
Resistor R_S causes a voltage drop of 1.2 V. This voltage is independent of V_X and thus of R_X.
R_S determines also the current through R_X.
The next table gives a survey of the various measuring currents and voltages for the selected ranges.

Range	R_S	Im	Composition of R_S	Meas. Volt. at end-of-range	1x/10x amp.	ADC input
200 Ω	1.2 kΩ	1 mA	R105 + R107 + R206	200 mV	10x	2 V
2 kΩ	1.2 kΩ	1 mA	+ R fuse	2 V	1x	2 V
20 kΩ	120 kΩ	10 µA	R105 + R104 + R103	200 mV	10x	2 V
200 kΩ	120 kΩ	10 µA	+ R106 + R fuse	2 V	1x	2 V
2000 kΩ	12 MΩ	100 nA	R109 + R110 + R104	200 mV	10x	2 V
20 MΩ	12 MΩ	100 nA	+ R103 + R102 + R101 + R119 + R fuse	2 V	1x	2 V

All resistance ranges can withstand 250 V ac or dc. In the case of incorrect operation in the ranges .2 and 2 kΩ fuse VL1 will blow. The voltage is limited by two zenerdiodes GR201 and GR202. The zener current is limited by R206.
The other resistance ranges are protected because the current will be low due to the very high value of R_S (120 kΩ and 12 MΩ).

VII-1.5. 1x/10x amplifier (Fig. 13)

The amplifier consists of operational amplifier $IC101_A$ preceded by dual Fet TS103.
This Fet has a very high input-impedance at a low offset current. The offset voltage is compensated for by R120 and potentiometer "0" (R1) at the frontpanel.
The gain of the amplifier is determined by ratio.

$$\frac{R127 + R128 + R129 \,//\, R130}{R128 + R129 \,//\, R130} = 10x$$

With potentiometer R130 the gain can be adjusted to 10 times exactly.
For the measurements capacitors C109 and C110 are connected to circuit zero via switch V ⎓ 2, thus forming together with R118 a RC-filter by which a.c. voltages are suppressed.
For a.c. measurements an improvement of the frequency response is achieved by C109 and C110 // R118.

Protection

The protection of the amplifier is made by transistors TS101 and TS102. By connecting bases and collectors two zener diodes are obtained, the zener voltage is approximately 8 V with a low leakage current. If the voltage at the gate of TS103 exceeds 8 V the transitors become conductive thus the voltage at the gate is limited. The input current is limited by R118.

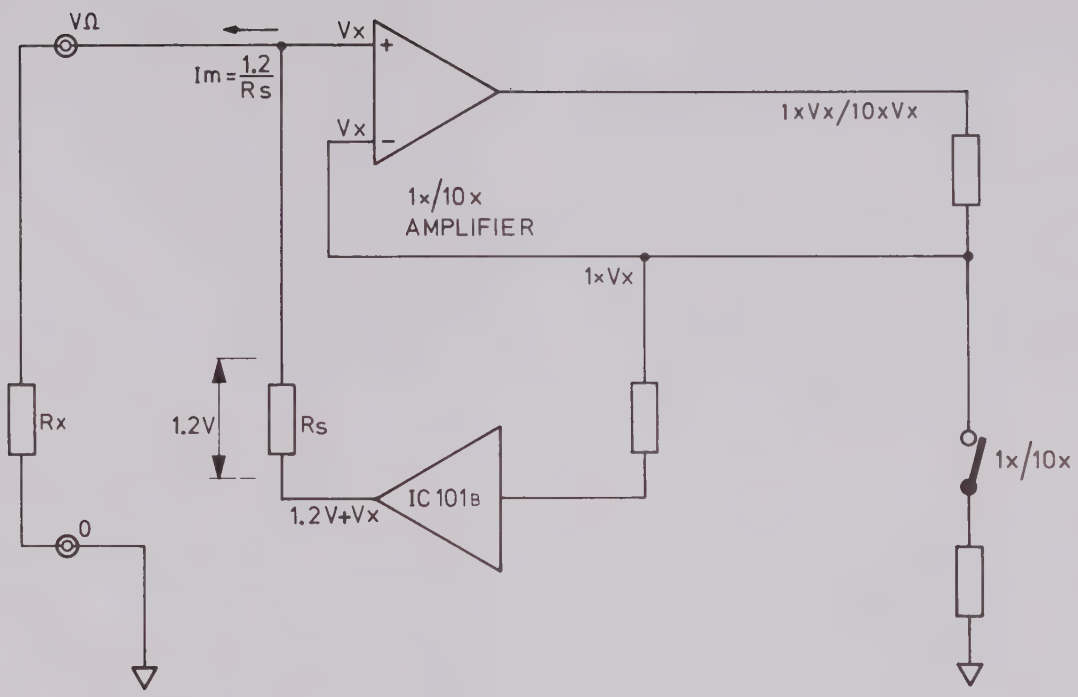


Fig. 12 Principle of resistance measuring

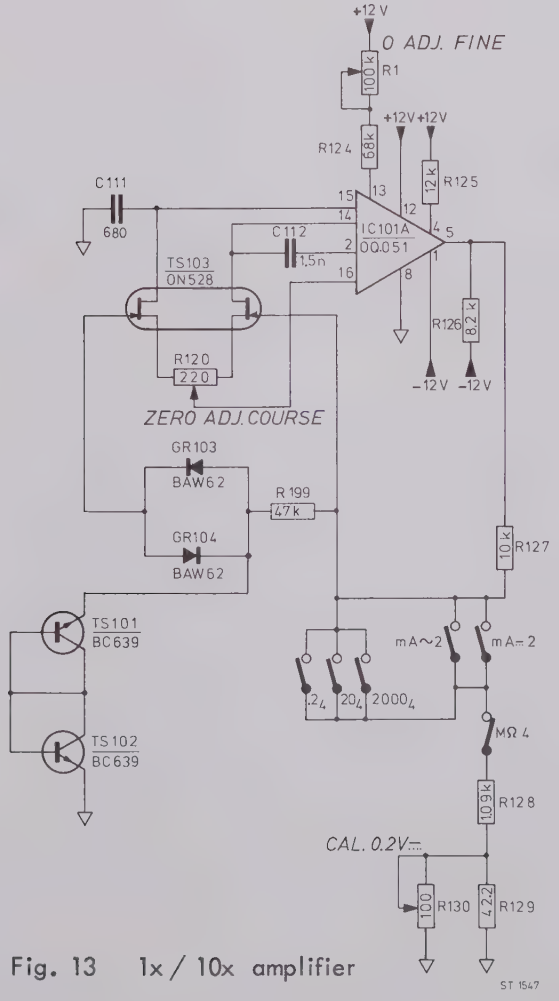


Fig. 13 1x / 10x amplifier

VII-1.6. AC-to-DC converter (Fig. 14)

The supplied voltage which is always $2\,V_{r.m.s.}$ at end-of-range in all ranges is converted to 2 V d.c.
To eliminate the non-linearity of the diode characteristic an operational amplifier with a high open-loop gain is used (IC102).
The gain for positive periodes is determined by the ratio $\frac{R140}{R137+R138}$, for negative periodes by the ratio $\frac{R139}{R137+R138}$ and should be 2.22 (twice the form factor).

As IC102 is controlled at the inverting input the input impedance is low (about 4.5 kΩ).
However, the converter is preceding by a buffer consisting TS104 and TS105.
Offset compensation is made by potentiometer R141.
Potentiometer R137 is used to make end-of-range calibration.

VII-2. DIGITAL SECTION

The digital section of the instrument serves to convert the supplied d.c. voltage from the analog section into a digital information corresponding to the input signal.

The digital section contains the following circuits:

- $+V_{REF}$ and $-V_{REF}$
- Analog to digital converter (ADC)
- Display

VII-2.1. + and - V_{REF} (Fig. 15)

These voltages are required as reference voltages for the ADC.
The circuits of $+V_{REF}$ and $-V_{REF}$ are equal except the polarity of the zenerdiodes.
A constant current flows through the diodes so the voltage is also constant.
Resistance R194 is used to correct differences in switching times of the ADC switches.

VII-2.2. Analog to digital converter (ADC)

In this system the delta-pulse-modulation principle is used.
For the function of the ADC, refer to chapter IV-2.

Practical execution

In PM 2522 this system is obtained as shown in Fig. 16.
The comparator consists of TS112 followed by an amplifier (IC103) fed back for ac.
The subtracting of pulses as described before is effected by an up down counter which is included in IC104. This (P-channel-MOS) integrated circuit compromises also the next circuits:

- an input flip-flop. This flip-flop sets the analog switches, which select the reference voltage.
- an analog switch which controls the connection of the reference voltages to the chopper output.
- an up/down counter.
- a timing circuit for synchronisation of : reset pulse
  transfer pulse
  scan pulse

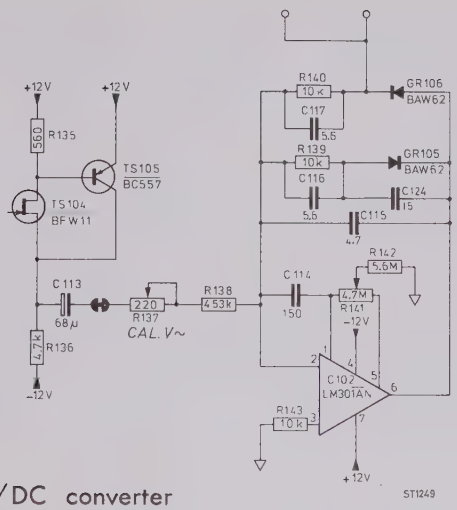


Fig. 14 AC/DC converter

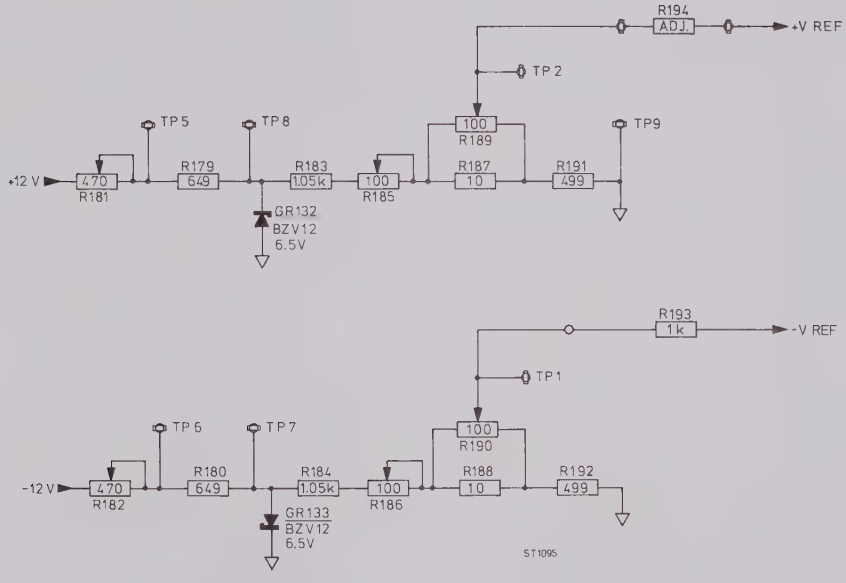


Fig. 15 $+V_{REF}$ and $-V_{REF}$

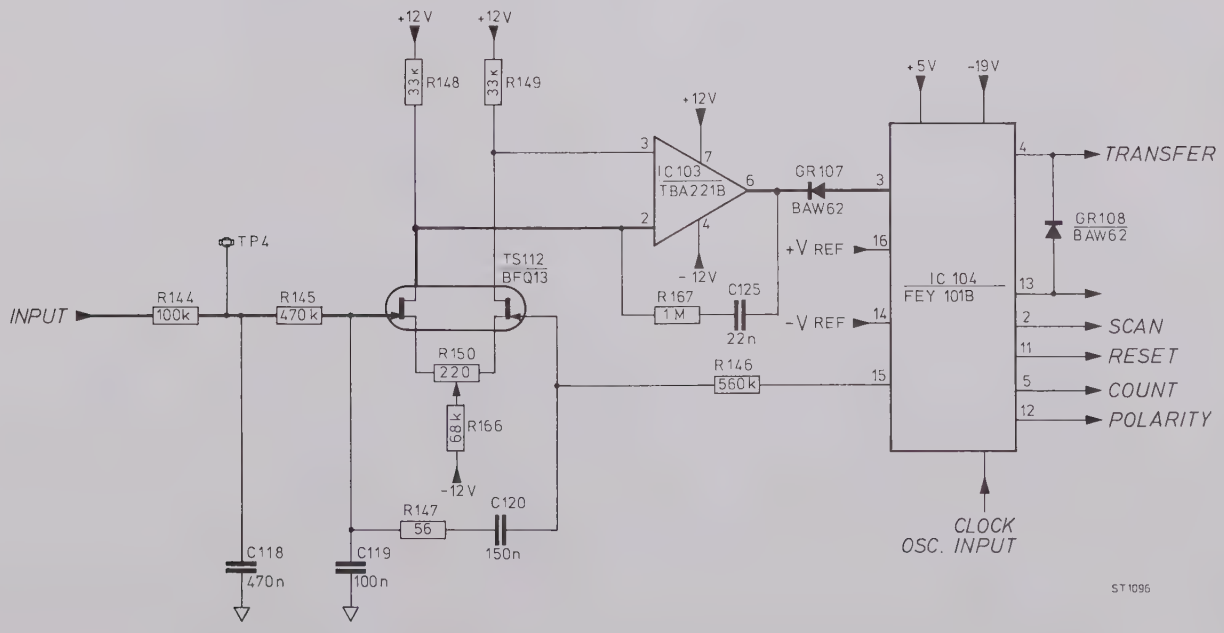


Fig. 16 Analog to digital converter

If the input becomes logical "0" the measuring cycle is started at the first positive edge supplied by the input flip-flop, so that jitter and stalling of the digital part of the ADC are prevented.

- a polarity output circuit.
  If the output is logical "0", the polarity is positive, if it is logical "1", the polarity is negative. (In this case logical "0" is $<-9V$; logical "1" $>-1.5V$).
- a pulse output circuit.
  During the measuring time, the ADC pulses are supplied to the display circuit.

Remark: The scanning output supplies a signal with a frequency of 500 Hz and a duty cycle of about 1:15 at a clock frequency of 8 kHz.
This 500 Hz pulse feeds the scanning system of the display.

VII-2.3. Clock oscillator (Fig. 17)

The clock pulse is derived from the programmable U.J.T. TS106.
The oscillator frequency is adjustable with R156. This frequency should be about 8 kHz.
By this the frequency of the scanning output of IC104 will be 500 Hz.

VII-2.4. Display

The display is divided in the following blocks:

- 4-decade counter/register (multiplexed output)
- decoder switches
- overrange detector

4-decade counter/register

This counter is a monolitic (P-channel-MOS) integrated circuit and contains the following circuits:

- four cascaded decade counters. The supplied pulses are converted into a BCD code per decade.
- four buffer-registers which store the digital information from the decade counters. Only at the end of a measuring cyclus the buffer-registers will follow the decade counters.
- a multiplexer which converts the BCD parallel information into a serial form and transfers the digital information of each decade to the input of the decoder driver synchronously with the relevant anode switch.
- a scaler of four which converts the scan frequency together with a decoder into a 1 out of 4 code to drive the anode switches.

Decoder driver

The decoder driver (IC301) converts the supplied BCD information into a sevensegments-code. It offers active-low, high-sink-current outputs to drive the indicators directly

Anode switches (Fig. 18)

To convert the open drain current scan outputs of IC105 into a T.T.L. information, TS307 up to TS311 are connected between IC105 and IC302.
IC302 is a hex inverter.

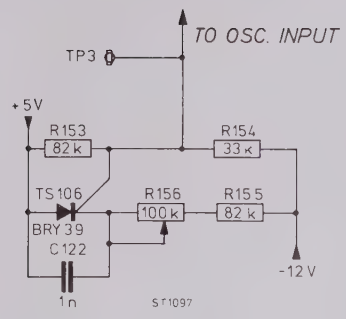


Fig. 17 Clock oscillator

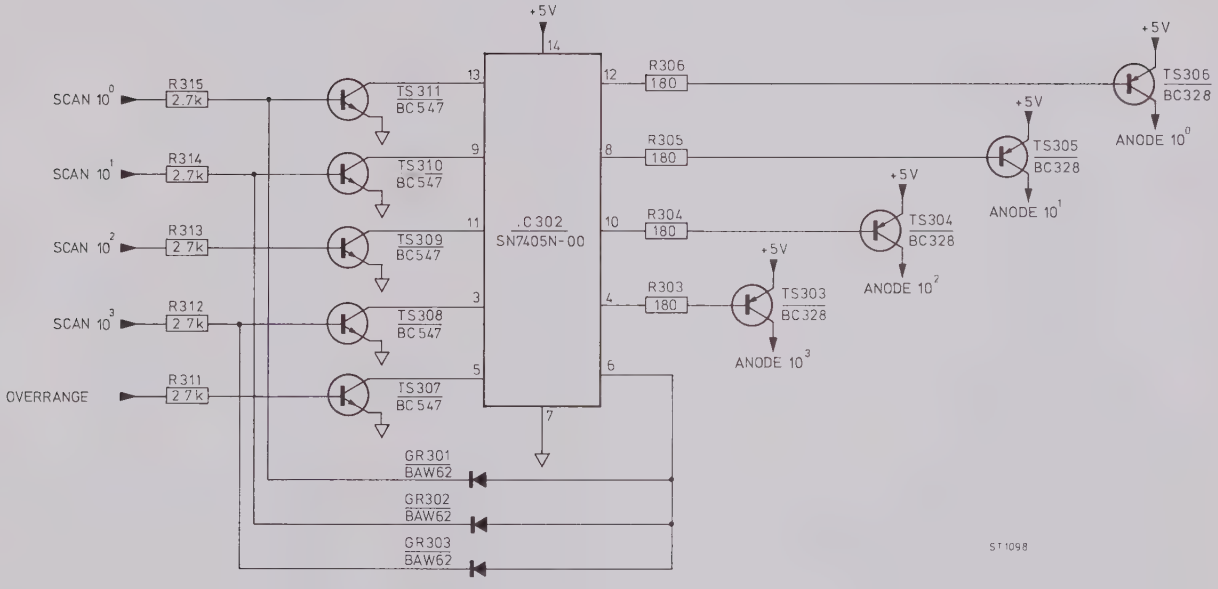


Fig. 18 Anode switches

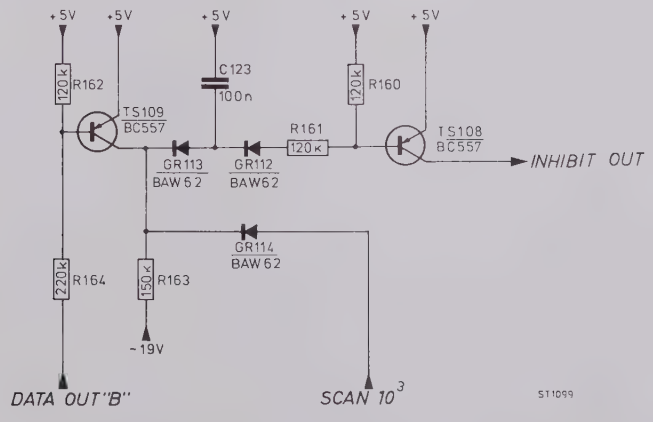


Fig. 19 Overrange detector

The anodes of the indicators are controlled via 4 electronic switches (TS303 up to TS306). Via e.g. R312 the negative scan pulse (in this case "SCAN 10^3") is applied to the base of TS308, which converts the pulse into a T.T.L. level.
By IC302 the pulse is inverted. The negative going edge of the pulse turns on TS303, thus the anode of the indicator LED is connected to the +5 V supply and the LED will light up.

Overrange detector (Fig. 19)

If the read-out exceeds 1999 two signals are supplied to the overrange detector.

These signals are: DATA OUT B = logical 1

SCAN 10^3 = logical 0

Then the output of the detector becomes logical 1 and blockes (via R311, TS307, IC302, GR301 // GR303), SCAN 10^0, 10^1 and 10^3.
Only indicator LED 302 lights up and shows a 0 because the maximum display is 2046.

VII-3. SUPPLY

The circuit diagram of the supply is shown in Fig. 20.

VII-3.1. +5 V source

This source serves to supply the indicator LED's and the digital IC's.
It is stabilized by a series-stabilisation circuit.

VII-3.2. + and - 12 V sources

These sources serve to supply the analog section and the reference voltages for the ADC.
Stabilisation is performed by series-resistors and parallel zener diodes.

VII-3.3. - 19 V source

The principle of stabilisation in this circuit is the same as that of the + and - 12 V sources.
This voltage is used to supply IC104 and IC105.

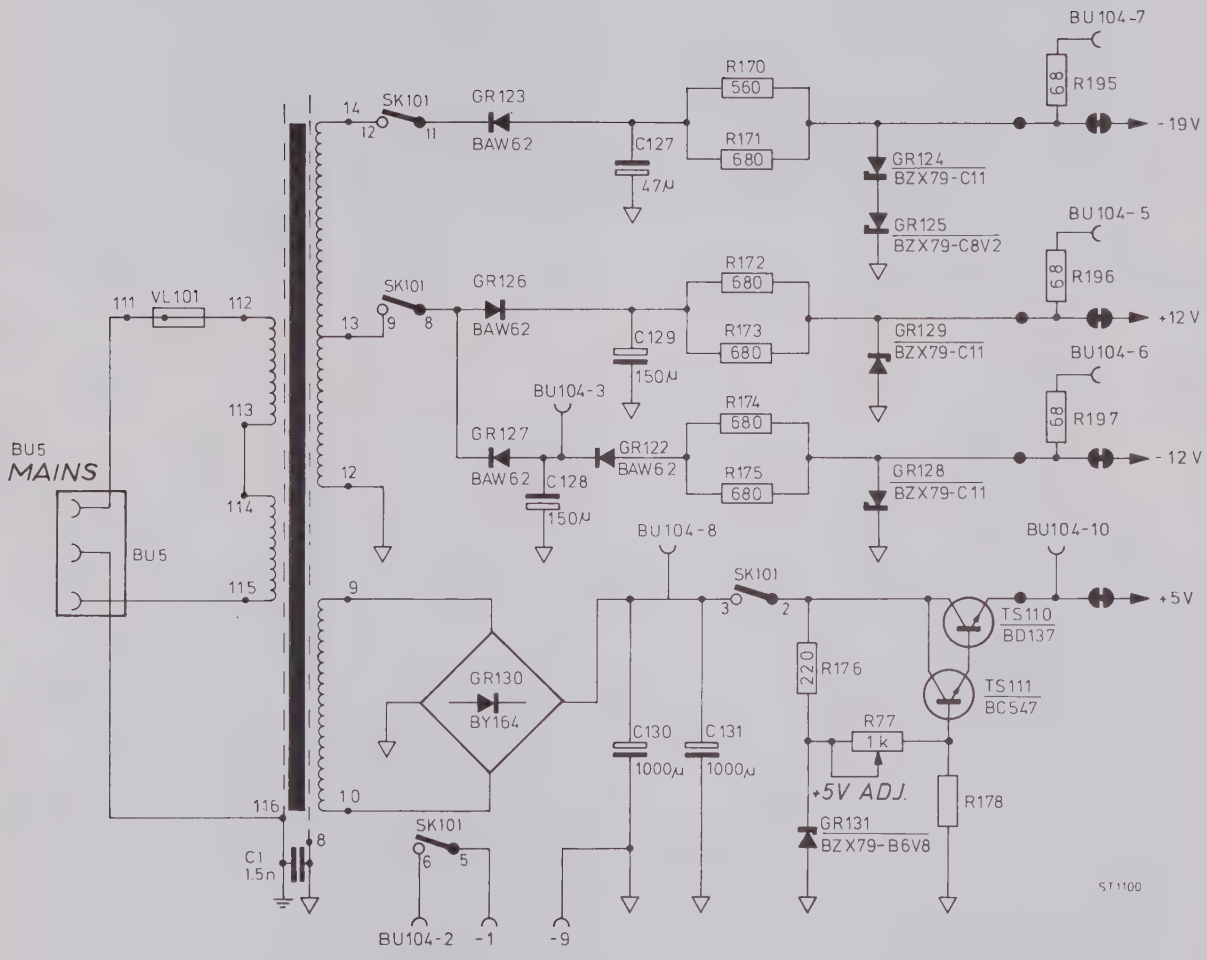


Fig. 20 Circuit diagram supply section

VIII. Access

The opening of parts, or removal of covers, is likely to expose live conductors.
The instrument should therefore be disconnected from all voltage sources before any opening of parts or removal of covers is started.
During and after dismantling, bear in mind that capacitors in the instrument may be still charged even if it has been separated from all voltage sources.

USE A WELL-FITTING CROSSHEAD SCREW-DRIVER TO DISMANTLE THE INSTRUMENT TO PREVENT THE CROSS-SLOTTED SCREWS FOR DAMAGE.

VIII-1. DISMANTLING

VIII-1.1. Top cover

Loosen both screws "A" (Fig. 21)
Lift the cover at the rear and pull it out of the front panel (Fig. 22)
To refit the cover push the snaps in the front panel (Fig. 23)
Keep pushing in the direction of the front panel and smoothly push it down at the rear.

ATTENTION: - First place the bearing handle into bottom cover.

- Pay attention that the snaps are proper fitted in the front panel.

VIII-1.2. Bottom cover

Removing and refitting of the bottom cover can be done in the same way as the top cover.

VIII-2. FUSES

Make sure that only fuses with the required current rating and of the specified type are used.
The use of repaired fuses and the short-circuiting of fuseholders is prohibited.

VIII-2.1. Fuse VL101

Mains fuse VL101 is mounted inside on the printed circuit board (Fig. 9 , page 48)

The rating of the mains fuse should be: - 220 V + 15% : 100 mA slow blow

- 110 V + 15% : 200 mA slow blow.

VIII-2.2. Fuse VL1

In the resistance circuit fuse VL1 will protect $IC101_B$ + R105 + R107. If the current exceeds 125 mA the fuse will blow. Required fuse: 125 mA fast. glass fuse.
The fuse is mounted in the "VΩ" input terminal (Fig. 10, page 48).

VIII-2.3. Fuse VL2

In the current circuit fuse VL2 is mounted to protect the shunt resistors. If the current exceeds 2.5 A the fuse will blow. Required fuse 2.5 A fast glass fuse.
The fuse is mounted in the "A" input terminal (Fig. 10, page 48)

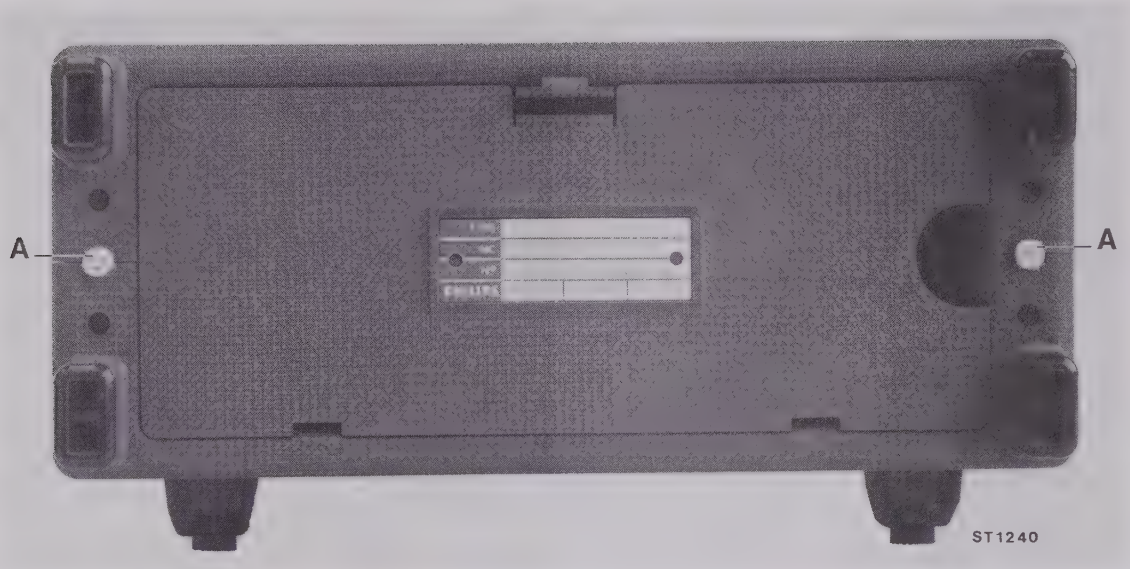


Fig. 21 Rear view

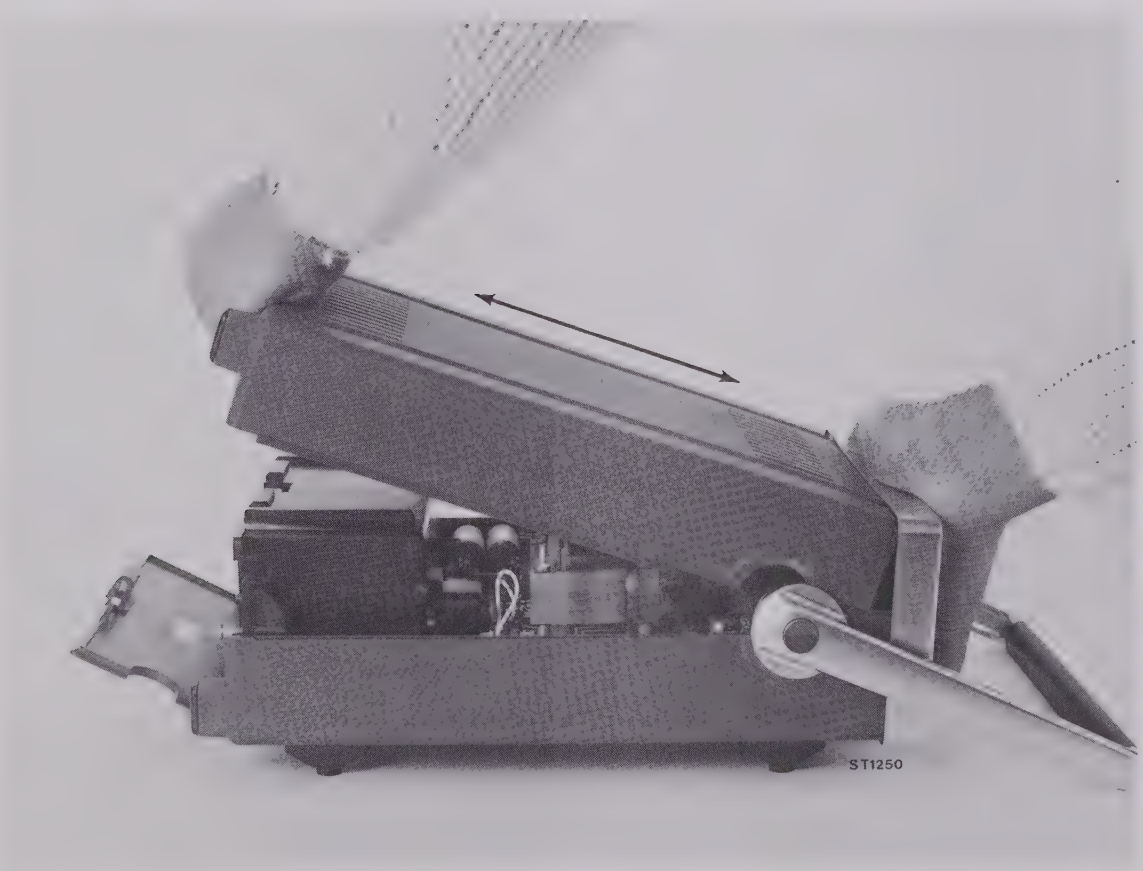


Fig. 22 Removing and refitting top cover

IX. Checking and adjusting

The tolerances stated in this section correspond to the factory, data and only apply to a recently adjusted instrument.
When individual components, especially semi-conductors are replaced, the relevant section should be completely readjusted.

IX-1. CALIBRATION AND ADJUSTING PROCEDURE

The table below gives together with Fig. 23 all adjustings and calibrations only to be carried out if one or more electrical components have been replaced.

No.	Adjustments	Adjusting Elements	Preparations	Input signals	Adjusting Data	Measuring Points
1	+5 V Supply	R177	-	-	+5 V ±0.25 V	Jumper "A"-TP9*
2	Clockoscillator	R156	-	-	approx. 8 kHz	TP3 - TP9**
3	"Zero" Coarse	R120	Push V⎓; 0.2 R1 "0" midrange	Shortcircuited	0.000 V ±0.5 mV	TP4 - TP9*
4	"0" Fine	R1	Push V⎓; 0.2	Shortcircuited	0.000 V	TP4 - TP9*
5	+ V_{REF} - Iz	R181	Push V⎓; 2	Shortcircuited	+3.89 V ±10 mV	TP5 - TP8*
6	− V_{REF} - Iz	R182	Push V⎓; 2	Shortcircuited	−3.89 V ±10 mV	TP6 - TP7*
7	+ V_{REF}	R185	R189 midrange	Shortcircuited	+2.046 V ±5 mV	TP2 - TP9*
8	− V_{REF}	R186	R190 midrange	Shortcircuited	−2.046 V ±5 mV	TP1 - TP9*
9	Zero ADC	R150	Push V⎓; 0.2	Shortcircuited	.0000 digits	Display
10	+ and − 10 mV⎓	R194 500 ... 1.5k	Push V⎓; 2	Alternately + and − 10 mV	+0.010 digits −0.010 digits	Display
11	+2 V⎓	R189	Push V⎓; 2	+1.900 V ±1 mV	+1.900 digits	Display
12	−2 V⎓	R190	Push ⎓; 2	−1.900 V ±1 mV	−1.900 digits	Display
13	Check adj. "9". If necessary readjust. In case of readjusting, repeat adjustments 10, 11 and 12.					
14	10x amplifier	R130	Push V⎓; 0.2	+.1900 V ±2 mV	+.1900 digits	Display
15	20 V⎓	R102	Push V⎓; 20	+19.00 V ±10 mV	+19.00 digits	Display
16	Zero AC/DC	R141	Push V∿; 0.2	Shortcircuited	.0000 digits	Display
17	2 V∿ 1 kHz	R137	Push V∿; 2	1.900V ± 0.2 mV 1 kHz	1.900 digits	Display
18	20 V∿ 10 kHz	C103	Push V∿; 20	19.00 V ±20 mV 10 kHz	19.00 digits	Display
19	20 kΩ	R131	Push kΩ ; 20	19 kΩ ±10 Ω	19.00 digits	Display

*With external voltmeter, e.g. PM 2442

**With counter or oscilloscoop

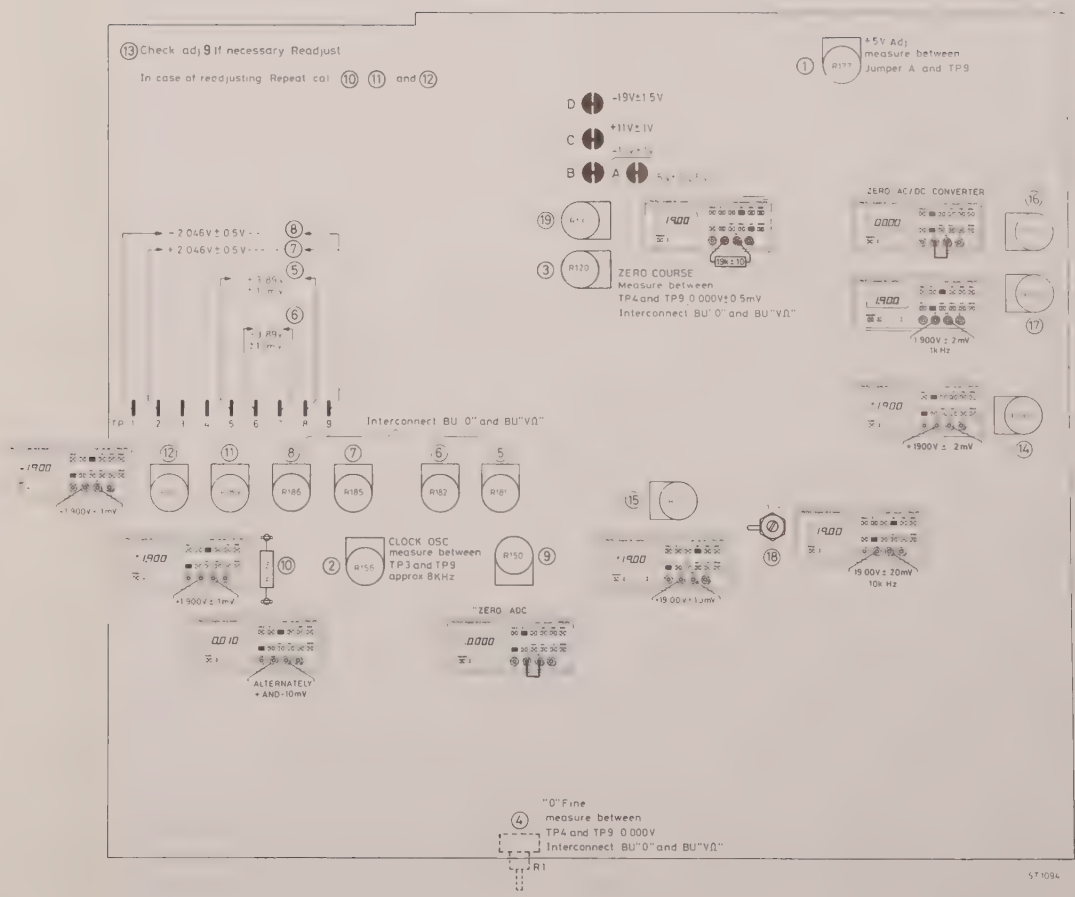

13 Check adj 9 if necessary Readjust
In case of readjusting Repeat cal 10 11 and 12
1 R177 +5V Adj measure between Jumper A and TP9
D -19V±1 5V
C +11V±1V
B A
19 R
3 R120 ZERO COURSE Measure between TP4 and TP9 0 000V±0 5mV Interconnect BU "0" and BU "VΩ"
ZERO AC/DC CONVERTER
16
17
1 900V ± 2mV 1k Hz
+1900V ± 2mV
14
8 -2 046V ± 0 5V
7 +2 046V ± 0 5V
5
6
TP 1 2 3 4 5 6 7 8 9
Interconnect BU "0" and BU "VΩ"
12 11 8 R186 7 R185 6 R182 5 R181
+1 900V ± 1mV
15
18
+19 00V ± 1 0mV
19 00V ± 20mV 10k Hz
10
2 R156 CLOCK OSC measure between TP3 and TP9 approx 8KHz
R150 9
"ZERO ADC
ALTERNATELY +AND-10mV
4 "0" Fine measure between TP4 and TP9 0 000V Interconnect BU "0" and BU "VΩ"
R1
ST 1094

Fig. 23 Adjusting and calibration

X. Maintenance and servicing

Digital multimeter PM 2522 requires no maintenance because the instrument contains no components which are subject to wear.
However, to ensure reliable and faultless operation, the instrument should not be exposed to moisture, heat, corrosive vapours and excessive dust.

X-1. SERVICE HINTS

If service work must be performed, the following points should be taken into account to avoid damage of the instrument.

- In case of measurements on a switched-on instrument proceed carefully to avoid short-circuits by means of measuring clips or measuring hooks.
- For soldering use absolutely acid-free soldering tin.
- For all soldering work on the printed circuits boards, use a miniature soldering iron (35 W max.) with a tin-cleaner or a vacuum soldering iron.

X-2. TROUBLE-SHOOTING

On the printed wiring board 9 test points and 4 jumpers are introduced at the component side (Fig. 23, page 68)

General conditions:

- nominal mains voltage (220 V, 50 Hz)
- voltages with respect to circuit zero (terminal "0"), unless otherwise stated.

The data given represent the properties of an average instrument and may serve as a guide only.

XI. List of parts

MECHANICAL

Item	Fig.	Ordering number	Description
1	25	5322 462 44181	Rear foot
2	-	5322 447 94191	Cover
3	24	5322 466 85335	Front rim
4	24	5322 498 54055	Sam handle
5	-	5322 520 34164	Bearing bush
6	-	5322 414 64053	Knob
7	-	5322 530 84075	Spring
8	24	5322 462 44179	Foot
9	-	5322 528 34101	Stopplate
10	24	5322 447 94192	Cap
11	25	5322 447 94193	Container
12	25	5322 447 94194	Cover
13	26	5322 405 94087	Bracket
14	26	5322 447 94195	Indicator housing
15	26	5322 466 85336	Extension spindle
16	24	5322 450 64056	Window
17	24	4822 462 70497	Plug for foot
18	24	5322 456 14037	Text plate
19	24	5322 447 94216	Sam front
20	24	5322 256 34038	Sam fuse holder grey
21	24	5322 256 34048	Sam fuse holder red
-	-	5322 255 44068	Heatsink for TS110

MISCELLANEOUS

Item	Ordering number	Type/description
U2	5322 216 74045	Board U2
U3	5322 216 74041	Board U3
VL1	4822 253 20007	Fuse 125 mA
VL2	4822 253 20024	Fuse 2,5 A
	5322 264 24013	Test pin red
	5322 264 24014	Test pin black
	5322 321 10071	Mains cable
BU101	5322 265 54006	Connector
BU102	5322 265 54006	Connector
BU103	5322 265 54006	Connector
BU104	5322 267 64027	Connector
BU5	5322 265 30066	Mains connector
VL101	4822 253 30013	Fuse 250 mA DA
	5322 267 54085	IC socket
LA301	4822 134 40167	Indication lamp 5 V
LA302	4822 134 40167	Indication lamp 5 V

MISCELLANEOUS

Item	Ordering number	Type/description
LD301	5322 130 34389	Led Hp5082-7730
LD302	5322 130 34389	Led Hp5082-7730
LD303	5322 130 34389	Led Hp5082-7730
LD304	5322 130 34389	Led Hp5082-7730
TR101	5322 146 24121	Mains transformer
SK101	5322 276 14242	Push button switch
SK102	5322 276 64019	Push button switch
SK201	5322 276 64021	Push button switch

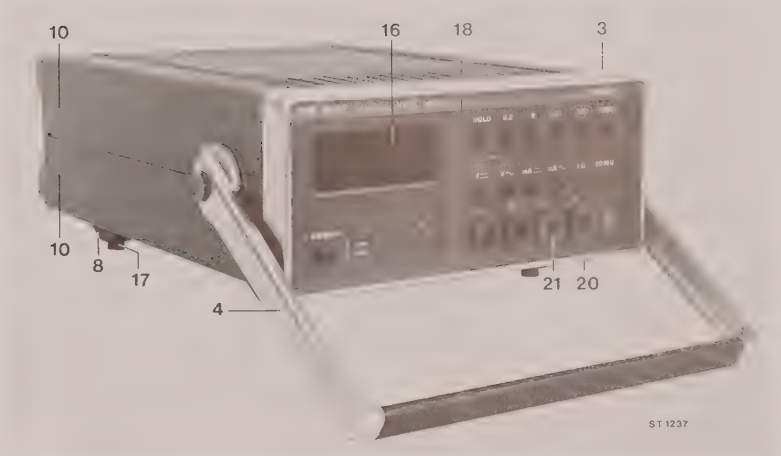


Fig. 24 Front view

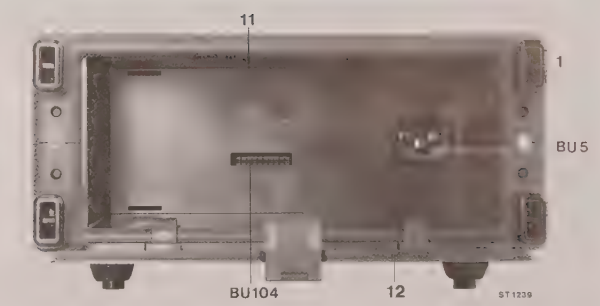


Fig. 25 Rear view

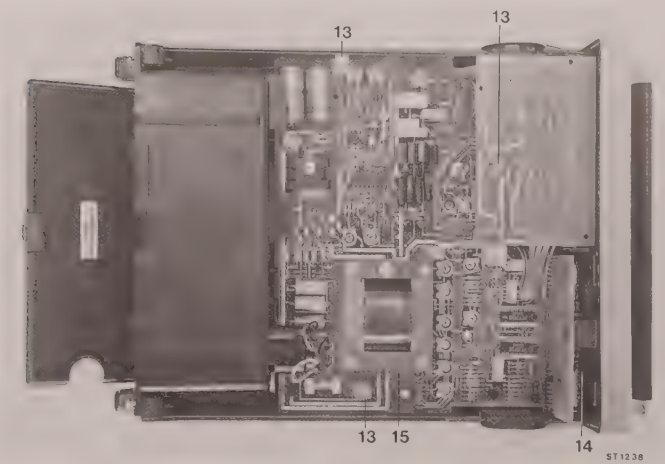


Fig. 26 Top view without cover

RESISTORS

Item	Ordering number	Value (Ω)	Tol (%)	Type	Remarks
R101	5322 116 64036	9.76 M	1	VR37	Metal oxide
R102	4822 100 10088	220 k	20	0.1 W	Carbon trimming potm
R103	5322 116 54945	98.8 k	0.1	MR24C	Metal film
R104	5322 116 50676	196	1	MR25	Metal film
R105	5322 116 50747	1 k	0.1	MR24C	Metal film
R106	5322 116 54642	20 k	1	MR25	Metal film
R107	5322 116 54479	127	1	MR25	Metal film
R109	5322 116 54188	1 M	1	MR30	Metal film
R110	5322 116 54188	1 M	1	MR30	Metal film
R113	4822 112 21052	8.2	5	4.2 W	Wire-wound
R114	4822 112 21052	8.2	5	4.2 W	Wire-wound
R115	4822 112 21052	8.2	5	4.2 W	Wire-wound
R116	4822 112 21052	8.2	5	4.2 W	Wire-wound
R117	5322 116 54696	100 k	1	MR25	Metal film
R119	5322 116 54012	6.81 k	1	MR25	Metal film
R120	4822 100 10019	220	20	0.1 W	Carbon trimming potm
R121	5322 116 50479	15.4 k	1	MR25	Metal film
R127	5322 116 50748	10 k	0.1	MR24C	Metal film
R128	5322 116 54944	1.09 k	0.1	MR24C	Metal film
R129	5322 116 51052	42.2	1	MR25	Metal film
R130	4822 100 10075	100	20	0.1 W	Carbon trimming potm
R131	4822 100 10089	1 M	20	0.1 W	Carbon trimming potm
R137	4822 100 10019	220	20	0.1 W	Carbon trimming potm
R138	5322 116 50631	4.53 k	1	MR25	Metal film
R139	5322 116 54619	10 k	1	MR25	Metal film
R140	5322 116 54619	10 k	1	MR25	Metal film
R141	5322 101 14099	4.7 M	20	0.1 W	Carbon trimming potm
R150	4822 100 10019	220	20	0.1 W	Carbon trimming potm
R151	5322 116 54641	19.6 k	1	MR25	Metal film
R156	4822 100 10052	100 k	20	0.1 W	Carbon trimming potm
R177	4822 100 10037	1 k	20	0.1 W	Carbon trimming potm
R179	5322 116 54532	649	1	MR25	Metal film
R180	5322 116 54532	649	1	MR25	Metal film
R181	4822 100 10038	470	20	0.1 W	Carbon trimming potm
R182	4822 100 10038	470	20	0.1 W	Carbon trimming potm
R183	5322 116 54552	1.05 k	1	MR25	Metal film
R184	5322 116 54552	1.05 k	1	MR25	Metal film
R185	4822 100 10075	100	20	0.1 W	Carbon trimming potm
R186	4822 100 10075	100	20	0.1 W	Carbon trimming potm
R187	5322 116 50452	10	1	MR25	Metal film
R188	5322 116 50452	10	1	MR25	Metal film
R189	4822 100 10075	100	20	0.1 W	Carbon trimming potm
R190	4822 100 10075	100	20	0.1 W	Carbon trimming potm
R191	5322 116 54524	499	1	MR25	Metal film
R192	5322 116 54524	499	1	MR25	Metal film
R195	5322 116 54455	68.1	1	MR25	Metal film
R196	5322 116 54455	68.1	1	MR25	Metal film
R197	5322 116 54455	68.1	1	MR25	Metal film

Item	Ordering number	Value (F)	Tol (%)	Volts	Remarks
R201	5322 115 80099	0.1/0.9	1	Shunt	Wire-wound shunt
R202	5322 113 24095	4.5	0.25	0.6 W	Wire-wound
R203	5322 113 24095	4.5	0.25	0.6 W	Wire-wound
R204	5322 113 24096	90	0.25	0.6 W	Wire-wound
R205	5322 113 24097	900	0.25	0.6 W	Wire-wound
R206	4822 112 21076	68	5	4.2 W	Wire-wound
R207	5322 116 50484	4.64 k	1	MR25	Metal film
CAPACITORS					
C101	4822 122 31205	47 p	2	500	Ceramic plate
C102	4822 122 31205	47 p	2	500	Ceramic plate
C103	5322 125 64001	18 p	1	500	Trimmer
C104	4822 121 50543	5.6 n		63	Polystyrene foil
C105	4822 121 40342	47 n	10	630	Polystyrene foil
C106	4822 121 40232	220 n	10	100	Polyester foil
C107	4822 121 40257	330 n	10	100	Polyester foil
C108	4822 121 41143	22 n	10	250	Polyester foil
C109	4822 121 40279	68 n	10	630	Polyester foil
C110	5322 121 44137	68 n	10	250	Polyester foil
C111	4822 122 31178	680 p	10	100	Ceramic plate
C112	4822 122 31221	1.5 n	10	100	Ceramic plate
C113	4822 124 20453	68 µ		6.3	Electrolytic
C114	4822 122 31085	150 p	2	100	Ceramic plate
C115	4822 122 31045	4.7 p	0.25 p	100	Ceramic plate
C116	4822 122 31047	5.6 p	0.25 p	100	Ceramic plate
C117	4822 122 31047	5.6 p	0.25 p	100	Ceramic plate
C118	5322 121 40175	470 n	10	100	Polyester foil
C119	5322 121 40323	100	10	100	Polyester foil
C120	4822 121 40231	150 n	10	100	Polyester foil
C121	4822 122 31081	100 p	2	100	Ceramic plate
C122	4822 122 31175	1 n	10	100	Ceramic plate
C123	5322 121 40323	100 n	10	100	Polyester foil
C124	4822 122 31058	15 p	2	100	Ceramic plate
C125	4822 122 30103	22 n	-20+100	40	Ceramic plate
C126	5322 121 40233	680		100	Polyester foil
C127	4822 124 20487	47 µ	10	40	Electrolytic
C128	4822 124 20481	150 µ		25	Electrolytic
C129	4822 124 20481	150 µ		25	Electrolytic
C130	4822 124 20524	1000 µ		16	Electrolytic
C131	4822 124 20524	1000 µ		16	Electrolytic
C132	4822 122 31205	47 p	2	500	Ceramic plate
C133	4822 122 31206	56 p	2	500	Ceramic plate
C134	4822 122 31206	56 p	2	500	Ceramic plate
C135	4822 122 30103	22 n	-20+80	40	Ceramic plate
C136	4822 122 31081	100 p	2	100	Ceramic plate
C137	4822 122 31164	1.8 n	10	100	Ceramic plate
C1	5322 122 14008	1.5 n	10	400	Ceramic plate

DIODES

Item	Ordering number	Type/description
GR103	5322 130 30613	BAW62
GR104	5322 130 30613	BAW62
GR105	5322 130 30613	BAW62
GR106	5322 130 30613	BAW62
GR107	5322 130 30613	BAW62
GR108	5322 130 30613	BAW62
GR109	5322 130 30613	BAW62
GR112	5322 130 30613	BAW62
GR113	5322 130 30613	BAW62
GR114	5322 130 30613	BAW62
GR118	5322 130 34388	BYX72/500
GR119	5322 130 34388	BYX72/500
GR120	5322 130 34388	BYX72/500
GR121	5322 130 34388	BYX72/500
GR122	5322 130 30613	BAW62
GR123	5322 130 30613	BAW62
GR124	5322 120 34046	BZX79/C11
GR125	5322 130 34119	BZX79/C8V2
GR126	5322 130 30613	BAW62
GR127	5322 130 30613	BAW62
GR128	5322 130 34046	BZX79/C11
GR129	5322 130 34046	BZX79/C11
GR130	5322 130 30414	BY164
GR131	5322 130 34278	BZX79/B6V8
GR132	5322 120 34269	BZV12
GR133	5322 130 34269	BZV12
GR201	5322 130 34299	BZX70/C10
GR202	5322 130 34299	BZX70/C10
GR301	5322 130 30613	BAW62
GR302	5322 130 30613	BAW62
GR303	5322 130 30613	BAW62

TRANSISTORS

Item	Ordering number	Type/description
TS101	4822 130 41053	BC 639
TS102	4822 130 41053	BC 639
TS103	5322 130 44405	0N528
TS104	5322 130 40408	BFW11
TS105	4822 130 40973	BC557
TS106	5322 130 40482	BRY39
TS107	4822 130 40965	BC547
TS108	4822 130 40973	BC557
TS109	4822 130 40973	BC557
TS110	5322 130 40664	BD137

Item	Ordering number	Type/description
TS111	4822 130 40965	BC547
TS112	5322 130 44404	BF013
TS301	4822 130 40965	BC547
TS302	4822 130 40965	BC547
TS303	5322 130 44104	BC328
TS304	5322 130 44104	BC328
TS305	5322 130 44104	BC328
TS306	5322 130 44104	BC328
TS307	4822 130 40965	BC547
TS308	4822 130 40965	BC547
TS309	4822 130 40965	BC547
TS310	4822 130 40965	BC547
TS311	4822 130 40965	BC547

INTEGRATED CIRCUITS

Item	Ordering number	Type/description
IC101	5322 209 84444	OQ 051
IC102	5322 209 84679	LM301AN
IC103	5322 209 84486	TBA221B
IC104	5322 209 84496	FEY101B/S1
IC105	5322 209 84336	FEJ271B
IC301	5322 209 84681	SN7447N/00
IC302	5322 209 80242	SN7405N/00

Note: All not mentioned resistors: CR37; 5%; 0.25 Watt.

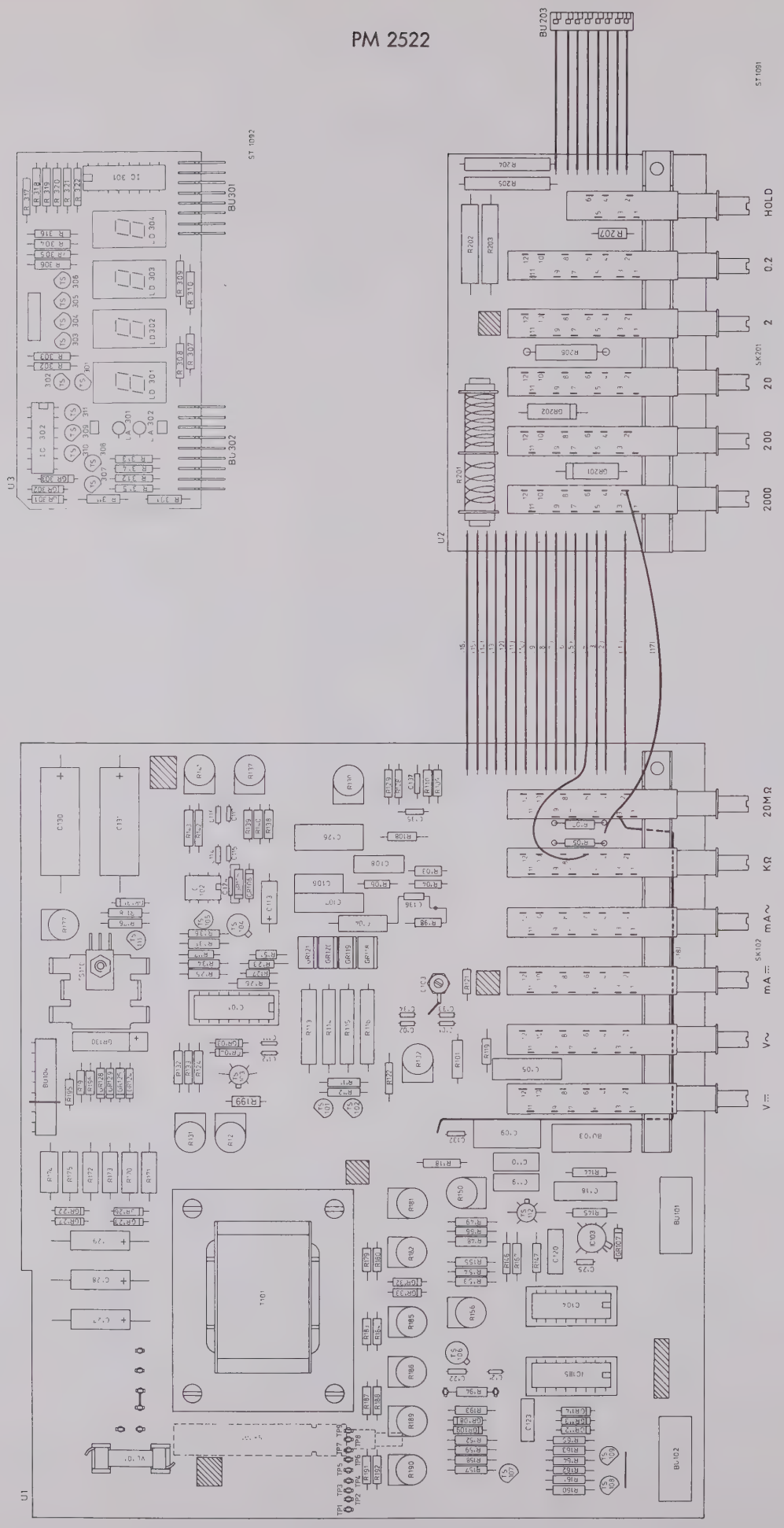


Fig. 27 Printed wiring board U1 + U3

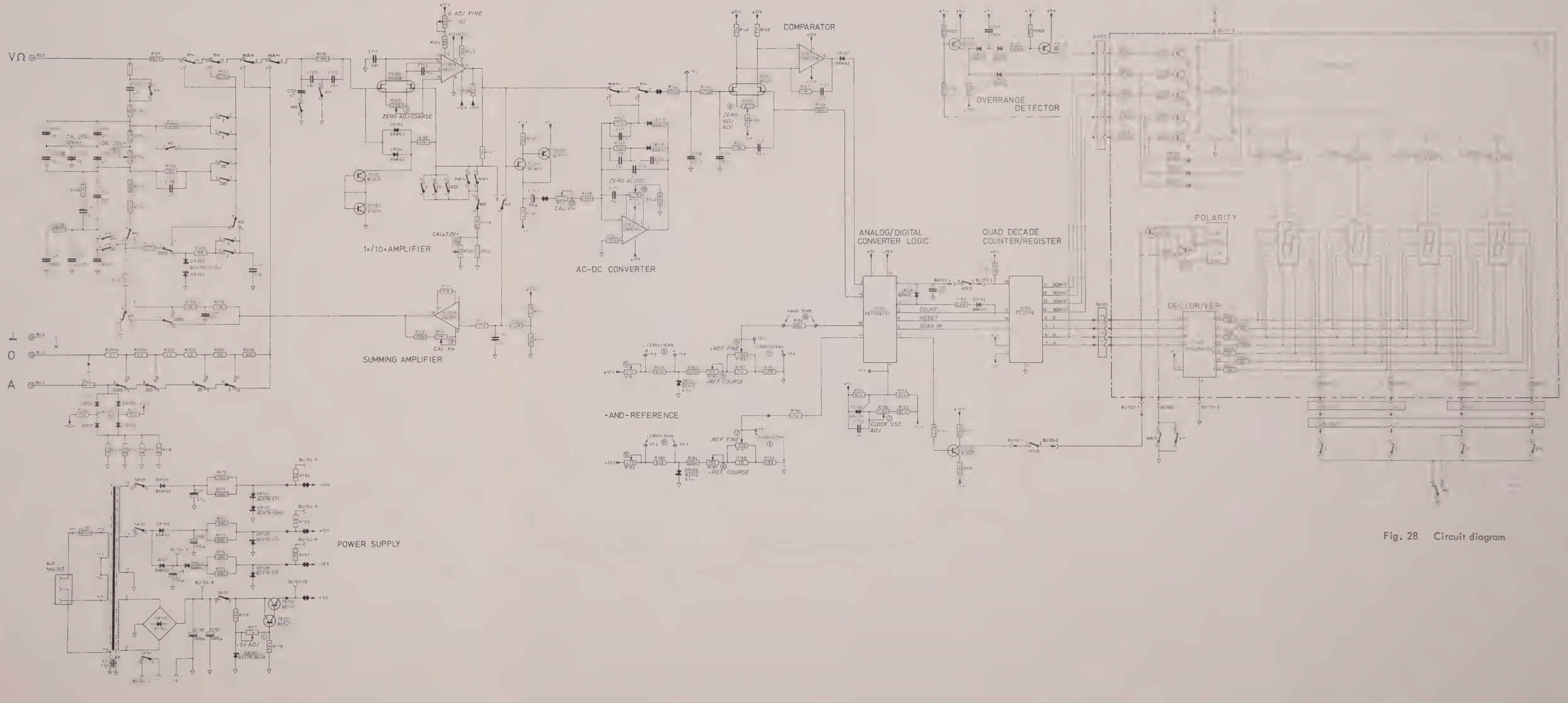


Fig. 28 Circuit diagram

QUALITY REPORTING

CODING SYSTEM FOR FAILURE DESCRIPTION

The following information is meant for Philips service workshops only and serves as a guide for exact reporting of service repairs and maintenance routines on the workshop charts.
For full details reference is made to Information G1 (Introduction) and Information Cd 689 (Specific information for Test and Measuring Instruments).

LOCATION

□□□□

Unit number
e.g. 000A or 0001 (for unit A or 1; **not 00UA or 00U1)**

or: Type number of an accessory (only if delivered with the equipment)
e.g. 9051 or 9532 (for PM 9051 or PM 9532)

or: Unknown/Not applicable
0000

CATEGORY

□

0 Unknown, not applicable (fault not present, intermittent or disappeared)
1 Software error
2 Readjustment
3 Electrical repair (wiring, solder joint, etc.)
4 Mechanical repair (polishing, filing, remachining, etc.)
5 Replacement
6 Cleaning and/or lubrication
7 Operator error
8 Missing items (on pre-sale test)
9 Environmental requirements are not met

COMPONENT/SEQUENCE NUMBER

□□□□□

Enter the identification **as used in the circuit diagram,** e.g.:

GR1003	Diode GR1003
TS0023	Transistor TS23
IC0101	Integrated circuit IC101
R0....	Resistor, potentiometer
C0....	Capacitor, variable capacitor
B0....	Tube, valve
LA....	Lamp
VL....	Fuse
SK....	Switch
BU....	Connector, socket, terminal
T0....	Transformer
L0....	Coil
X0....	Crystal
CB....	Circuit block
RE....	Relay
BA....	Battery
TR....	Chopper

Parts not identified in the circuit diagram:

990000	Unknown/Not applicable
990001	Cabinet or rack (text plate, emblem, grip, rail, graticule, etc.)
990002	Knob (incl. dial knob, cap, etc.)
990003	Probe (only if attached to instrument)
990004	Leads and associated plugs
990005	Holder (valve, transistor, fuse, board, etc.)
990006	Complete unit (p.w. board, h.t. unit, etc.)
990007	Accessory (only those without type number)
990008	Documentation (manual, supplement, etc.)
990009	Foreign object
990099	Miscellaneous

Sales and service all over the world

Alger: Sadetel; 41 Rue des Frères Mouloud Alger; tel. 656613–656607

Argentina: Philips Argentina S.A., Cassila Correo 3479, Buenos Aires; tel. T.E. 70, 7741 al 7749

Australia: Philips Electrical Pty Ltd., Philips House, 69-79 Clarence Street, Box 2703 G.P.O., Sydney; tel. 2.0223

België/Belgique: M.B.L.E, Philips Bedrijfsapparatuur, 80 Rue des Deux Gares, Bruxelles; tel. 02/13.76.00

Bolivia: Industrias Bolivianas Philips S.A. LA Jón postal 2964 La Paz tel. 50029

Brasil: S.A. Philips Do Brasil; Avenida Paulista 2163; P.O. Box 8681; Sao Paulo S.P.; tel 81–2161.

Burundi: Philips S.A.R.L., Avenue de Grèce, B.P. 900, Bujumbura

Canada: Philips Electronic Industries Ltd., Scientific and Electronic Equipment Division, Philips House, 116 Vanderhoof Avenue, Toronto 17 M 4G 2JI. tel. (416)-425-5161.

Chile: Philips Chiléna S.A., Casilla 2687, Santiago de Chile; tel. 94001

Colombia: Industrias Philips de Colombia S.A., Calle 13 no. 51-03, Apartado Nacional 1505, Bogota; tel. 473640

Costa Rica: Philips de Costa Rica Ltd., Apartado Postal 4325, San José; tel. 210111

Danmark: Philips Elektronik Systemer A/S Afd. Industri & Forskning; Strandlodsvej 4 2300-København S; Tel (0127) AS 2222; telex 27045

Deutschland (Bundesrepublik): Philips Elektronik Industrie GmbH, 35 Kassel-Bettenhausen, Miramstrasse 87; tel. (0561) 501521.

Ecuador: Philips Ecuador S.A., Casilla 343, Quito; tel. 239080

Egypt: Ph. Scientific Bureau 5 Sherif Str. Cairo – A.R. Egypt P.O. Box 1807; tel. 78457-57739

Eire: Philips Electrical (Ireland) Ltd., Newstead, Clonskeagh, Dublin 14; tel. 976611

El Salvador: Philips de El Salvador, Apartado Postal 865, San Salvador; tel. 217441

España: Philips Ibérica S.A.E., Avenida de America, Apartado 2065, Madrid 17; tel 2462200

Ethiopia: Philips Ethiopia (Priv. Ltd. Co.), P.O.B. 2565; Cunningham Street, Addis Abeba; tel. 48300

Finland: Oy Philips Ab, Postboks 10255, Helsinki 10; tel. 10915

France: Philips Industrie, Division de la S.A. Philips Industrielle et Commerciale 105 Rue de Paris, 93 002 Bobigny; tel. 830-11-11

Ghana: Philips (Ghana) Ltd., P.O.B. M 14, Accra; tel. 66019

Great Britain: Pye Unicam Ltd., York Street, Cambridge; tel. (0223) 58866

Guatemala: Philips de Guatemala S.A., Apartado Postal 238, Guatemala City; tel. 64857

Hellas: Philips S.A. Hellénique, 54, Ave. Syngrou, Athens; tel 230476, P.O. Box 153

Honduras: Hasbun de Honduras Apartado Postal 83, Tegucigalpa; tel. 2-9121...5

Hong kong: Philips Hong Kong Ltd., P.O.B. 2108, St. George's Building, 21st floor, Hong Kong; tel. 5-249246

India: Philips India Ltd., Shivsagar Estate, Block "A", Dr. Annie Besant Road, P.O.B. 6598, Worli, Bombay 18; tel. 370071

Indonesia: P. T. Philips Development Corporation, Jalan Proklamasi 33, P.O.B. 2287, Jakarta; tel. 51985-51986

Iran: Philips Iran Ltd., P.O.B. 1297, Teheran; tel. 662281

Iraq: Philips Iraq W.L.L. Munir Abbas Building 4th Floor; South Gate. P.O. box 5749 Baghdad; tel. 80409

Island: Heimilistaeki SF, Saetún 8, Reykjavik; tel. 24000

Islas Canarias: Philips Ibérica S.A.E., Triana 132, Las Palmas; Casilla 39-41, Santa Cruz de Tenerife

Italia: Philips S.p.A., Sezione PIT; Viale Elvezia 2, 20052 Monza; tel. (039) 361-441; telex 35290

Kenya: Philips (Kenya) Ltd., P.O.B. 30554, Nairobi; tel. 29981

Malaysia: Philips Malaya Sdn Bhd. P.O. Box 332, Kuala Lumpur;/Selangor W. Malaysia; tel. 774411

Mexico: Philips Comercial S.A. de C.V., Uruapan 7, Apdo 24-328, Mexico 7 D.F.; tel. 25-15-40

Nederland: Philips Nederland B.V., Boschdijk, Gebouw VB, Eindhoven; tel. 793333

Ned. Antillen: N.V. Philips Antillana, Postbus 523, Willemstad; tel. Curaçao 36222-35464

New Zealand: Philips Electronical Industries (N.Z.) Ltd., Professional and Industrial Division, 70-72 Kingsford Smith Street, P.O.B. 2097, Lyall Bay, Wellington; tel. 73-156

Nigeria: Philips (Nigeria) Ltd., 6 Ijora Causeway, P.O.B. 1921, Lagos; tel. 45414/7

Nippon: Nihon Philips Corporation, P.O.B. 13, World Trade Center, 32nd Floor, Tokyo 105; tel. (03) 435-5211

Norge: Norsk A.S. Philips, Postboks 5040, Oslo; tel. 463890

Österreich: Oesterreichische Philips Industrie GmbH, Abteilung Industrie Elektronik, Partartgasse 32, A-1230 Wien; tel. (0222)-831501.

Pakistan: Philips Electrical Co. of Pakistan Ltd., El-Markaz, M.A. Jinnah Road, P.O.B. 7101, Karachi; tel. 70071

Paraguay: Philips del Paraguay S.A., Casilla de Correo 605, Asuncion, tel. 8045-5536-6666

Perú: Philips Peruana S.A., Apartado Postal 1841, Lima; tel. 326070

Philippines: Philips Industrial Development Inc., 2246 Pasong Tamo P.O.B. 911, Makati Rizal D-708; tel. 889453 to 889456

Portugal: Philips Portuguesa S.A.R.L., Av. Eng.° Duarte Pacheco, 6 – Lisboa – 1

Rwanda: Philips Rwanda S.A.R.L., B.P. 449, Kigali

Saoudi Arabia: A. Rajab and A. Silsilah P.O. box 203 Jeddah - Saudi Arabia; tel. 5113-5114

Schweiz-Suisse-Svizzera: Philips A.G., Binzstrasse 15, Postfach 8027, Zürich; tel. 051-442211

Singapore: Philips Singapore Private Ltd. P.O. Box 340; Toa Payoh Central Post Office; Singapore 12; tel. 538811

South Africa: South African Philips (Pty) Ltd., P.O.B. 7703, 2, Herb Street, New Doornfontein, Johannesburg; tel. 24-0531

Sverige: Svenska A.B. Philips, Fack, Lidingövägen 50, Stockholm 27: tel. 08/635000

Syria: Philips Moyen-Orient S.A. Rue Fardoss 79 Immeuble Kassas and Sadate B.P. 2442 Damas; tel. 18605-21650

Taiwan: Yung Kang Trading Co. Ltd., San Min Building, Gnd Floor, 57-1 Chung Shan N Road, 2 Section, P.O.B. 1467, Taipei; tel. 577281

Tanzania: Philips (Tanzania) Ltd., Box 20104, Dar es Salaam; tel. 29571

Thailand: Philips Thailand Ltd., 283, Silom Road, Bangkok; tel. 36980, 36984-9

Turkey: Türk Philips Ticaret A.S., Posta Kutusu 504, Beyoglu; Gümüssüyü Caddesi 78/80 Istanbul 1 Turkye

Uganda: Philips Uganda Ltd. p.o. Box 5300 Kampala; tel. 59039

Uruguay: Industrias Philips del Uruguay, Avda Uruguay 1287, Montevideo; tel 915641 Casilla de Correo 294

U.S.A.: Philips Test and Measuring Instruments Inc.; 400 Crossways Park Drive, Woodbury, N.Y. 11797; tel. (516) 921-8880

Venezuela: C.A. Philips Venezolana, Apartado Postal 1167, Caracas; tel. 360511

Zaire: Philips S.Z.R.L., B.P. 1798, Kinshasa; tel. 31887-31888-31693

Zambia: Philips Electrical Ltd., Professional Equipment Division, P.O.B. 553 Kitwe; tel. 2526/7/8; Lusaka P.O. Box 1878

760101

For information on change of address:
N.V. Philips
Test and Measuring Instruments Dept.
Eindhoven - The Netherlands

For countries not listed:
N.V. Philips PIT Export Dept.
Test and Measuring Instruments Dept.
Eindhoven - The Netherlands